

A

Method for applying coordinated power to operate multi-stage flash current and surge absorber devices uses triggers and purposeful commutating between single stages.

Publication number: DE10211795

Publication date: 2003-07-24

Inventor: KOENIG RAIMUND (DE); HOHENWALDT WILHELM (DE)

Applicant: DEHN & SOEHNE (DE)

Classification:

- International: *H01T2/02; H02H9/06; H01T2/00; H02H9/06; (IPC1-7): H02H9/06*

- european: H01T2/02; H02H9/06

Application number: DE20021011795 20020316

Priority number(s): DE20021011795 20020316; DE20021000439 20020109

Report a data error here

Abstract of DE10211795

First (USG1) and second (USG2) surge absorbers in two classes (B,C) are decoupled. Together with a decoupling inductive resistor (UL), the second surge absorber forms a cumulative voltage ($Up1=Up2+UL$) to act as an ignition voltage for the first surge absorber. An Independent claim is also included for a device for applying coordinated power to operate multi-stage flash current and surge absorber devices.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 102 11 795 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 02 H 9/06

②① Aktenzeichen: 102 11 795.0
②② Anmeldetag: 16. 3. 2002
④③ Offenlegungstag: 24. 7. 2003

DE 102 11 795 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
102 00 439. 0 09. 01. 2002

⑦① Anmelder:
Dehn + Söhne GmbH + Co. KG, 92318 Neumarkt, DE

⑦④ Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

⑦② Erfinder:
König, Raimund, 92369 Sengenthal, DE;
Hohenwaldt, Wilhelm, 92318 Neumarkt, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 199 52 004 A1
DE 198 38 776 A1
DE 196 40 997 A1
DE 100 18 012 A1
DE 100 04 130 A1
FR 25 44 923 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum energetisch koordinierten Betreiben mehrstufiger Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen sowie Einrichtung zur koordinierten Zündung von Blitzstrom- und Überspannungsableitern

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum energetisch koordinierten Betreiben mehrstufiger Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen mittels Triggern und gezielter Kommutierung zwischen den einzelnen Stufen unter Berücksichtigung eines Scheitelwertes der jeweils abzuleitenden oder zu begrenzenden elektrischen Größe. Erfindungsgemäß wird mindestens ein weiterer Bewertungsparameter zum Bestimmen des Zeitpunktes der Kommutierung genutzt, wobei dieser das Zeitverhalten der jeweiligen elektrischen Größe beschreibt oder auf die Stromamplitude abstellt, die sich aus dem Impulsstrom ergibt, welche aufgrund einer Überspannung, die über eine Folgeschaltung mit einer bestimmten, auch unbekannten Impedanz anliegt, fließt. Weiterhin wird die Kommutierung auf der Grundlage der oben genannten Parameter logisch ODER verknüpft ausgelöst. Einrichtungsseitig ist ein zentrales Schaltelement vorgesehen, welches über mindestens zwei unterschiedliche Kriterien des Impulsverlaufes einer Überspannung aktivierbar ist, um eine Hauptentladung zur Überspannungsbegrenzung zu initiieren und den Blitzstrom im Ableitpfad der Hauptstrecke zu führen, wobei eine erste Kriterienkombination der Betrag der Überspannung oder deren Zeitdauer und eine zweite Kriterienkombination der Betrag der Überspannung oder der Betrag des Stoßstromes über ein nachgeordnetes Bauteil oder Betriebsmittel ist.

DE 102 11 795 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum energetisch koordinierten Betreiben mehrstufiger Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen mittels Triggerung und gezielter Kommutierung zwischen den einzelnen Stufen unter Berücksichtigung eines Scheitelwertes der jeweils abzuleitenden oder zu begrenzenden elektrischen Größe gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie eine Einrichtung zur koordinierten Zündung von Blitzstrom- und Überspannungsableitern mittels eines derartigen Verfahrens.

[0002] Niederspannungsanlagen werden in bekannter Weise wirksam gegen Überspannungen durch den Einsatz von Überspannungsableitern geschützt. Hierdurch werden Überspannungen auf Spannungswerte begrenzt, die für nachgeschaltete Betriebsmittel ungefährlich sind und es werden offene Störlichtbögen verhindert, die ansonsten zu einer Brandgefährdung führen können. Die Begrenzung einer Überspannung, d. h. der Ableitvorgang eines Überspannungsableiters verursacht einen Ableitstrom im Ableitpfad des Ableiters, der dort einen entsprechenden Energieumsatz hervorruft. Da Überspannungen aus verschiedenen Störquellen hervorgehen können, ist der Energieumsatz im Überspannungsableiter im wesentlichen davon abhängig, welche Ursache die zu begrenzende Überspannung hat. Im Bereich der transienten Überspannungen mit Impulsdauer bis etwa 1 ms unterscheidet man die Störquellen Schaltüberspannungen oder blitzbedingte Überspannungen.

[0003] Blitzbedingte Überspannungen sind gegenüber Schaltüberspannungen relativ energiereich. Überspannungsableiter, die für blitzbedingte Überspannungen konzipiert sind, decken deshalb die energetischen Anforderungen zur Begrenzung von Schaltüberspannungen ab. Für energetische Betrachtungen sind deshalb nur blitzbedingte Überspannungen relevant. Derartige blitzbedingte Überspannungen unterscheiden sich wiederum energetisch untereinander sehr stark durch die Art der Einkopplung, z. B. auf galvanischen, induktiven oder kapazitiven Weg.

[0004] Die vorgenannten unterschiedlichen Kopplungsarten rufen sehr verschiedene energetische Belastungen in den mit der Ableitung der Störgröße betrauten Überspannungsschutzgeräten vor, die zu einer Klassifizierung der Ableiter führte. So werden in E DIN VDE 0675, Teil 6, verschiedene Klassen aufgeführt, die entsprechend den Ereignissen zugeordnet werden können. Blitzstromableiter der Klasse B für hohe energetische Belastungen dienen der Ableitung von Stoßströmen bzw. Blitzteilströmen aus Direkteinschlägen mittels galvanischer Kopplung. Ableiter der Klasse C zielen auf mittlere energetische Belastungen zur Ableitung von Stoßströmen aus Nah- und Ferneinschlägen, wobei hier induktive und kapazitive Kopplungen vorliegen. Überspannungsableiter der Klasse D hingegen sind für kleine energetische Belastungen vorgesehen und dienen der Ableitung von Restgrößen der vorgeordneten höherklassigen Ableiter und Schaltüberspannungen direkt am Endgerät.

[0005] Eine nicht normative Folgeklasse E beschreibt meist undefinierte, energieschwache Schutzschaltungen in einem Endgerät, die hauptsächlich für Schaltüberspannungen konzipiert sind.

[0006] Überspannungsableiter der einzelnen Klassen werden diskret, häufiger aber auch in bestimmten Kombinationen eingesetzt. Dafür sind in der Anwendung in Richtung Störquelle die energiestarken und in Richtung Endgerät, d. h. zum Leitungsabschluß die energieschwächeren Überspannungsschutzgeräte einzusetzen.

[0007] Die Zusammensetzung der Schutzgeräte erfolgt so, daß sich ihr Energieabsorptionsvermögen und Begrenzungsvermögen umgekehrt proportional verhalten. Das heißt, der

energieschwache Ableiter begrenzt die Überspannung auf den kleinsten und der energiestarke Ableiter auf den höchsten Wert.

[0008] Diese Form eines sogenannten gestaffelten Schutzkonzeptes wird in IEC 1312-1/IEC 1312-3 ausführlich als sogenanntes Blitzschutz-Zonenkonzept beschrieben. Die unterschiedlichen elektrischen Kennwerte des Energieabsorptionsvermögens und der Begrenzungsspannung, d. h. des Schutzpegels, bedingen eine energetische Koordination der Ableiter untereinander, die so auszulegen ist, daß der Ableitstrom vom tiefbegrenzenden energieschwachen Ableiter auf die vorgeordneten energiestärkeren, relativ hochbegrenzenden Ableiter kommutiert, so daß letztlich ein entsprechend seiner Klassifizierung energiestarker Ableiter nahezu den gesamten Blitzteilstrom übernimmt.

[0009] Diese Kommutierung muß erfolgen, bevor einer der nachgeordneten energieschwachen Ableiter energetisch überlastet wird, z. B. durch eine zu hohe Blitzstromamplitude oder einen langanhaltenden Blitzstromverlauf.

[0010] Eine energetische Koordination ist in dem Verfahren zum Betreiben einer Überspannungsschutzeinrichtung mit mindestens einem Grobschutz- und einem Feinschutzelement gemäß DE 199 52 004 A1 beschrieben. Dort wird zur mittelbaren Bestimmung der energetischen Belastung des Feinschutzelementes oder der Feinschutzstufe ein Teilstrom aus der Feinschutzstufe ausgekoppelt, welcher einer Vorionisation des als Funkenstrecke ausgebildeten Grobschutzelementes bewirkt, wobei über die Größe der Stromauskopplung das Ansprechen und der Zeitpunkt der Zündung der Funkenstrecke in Abhängigkeit von der Belastbarkeit des Feinschutzelementes steuerbar ist. Durch Vorgabe geringer Werte des ausgekoppelten Teilstromes und gegebener Isolationsladungsmenge der Funkenstrecke des Grobschutzelementes wird ein unerwünschtes Zünden desselben bei kurzen Störimpulsen auch großer Steilheit unterbunden.

[0011] Die DE 100 04 130 A1 offenbart ein weitergebildetes Verfahren zum sicheren Betreiben einer mindestens zweistufigen Überspannungsschutzeinrichtung, wobei dort die in der nachgeschalteten bzw. zweiten Schutzstufe vorliegende, tatsächlich umgesetzte energetische Belastung durch Auswertung des $\int i \, dt$, $\int u \, dt$ und/oder des Leistungsumsatzes nach $\int u i \, dt$, $\int u^2 \, dt$ oder $\int i^2 \, dt$ erfaßt und beim Erreichen oder Überschreiten der Belastungsgrenzen der genannten zweiten Stufe die erste Schutzstufe mit Grobschutzelement aktiviert wird.

[0012] Nach dem Stand der Technik werden zum Zweck der Koordination zwischen den einzelnen Ableitern Induktivitäten eingesetzt, die entweder über eine entsprechende Leitungslänge mit einer gegebenen Leitungsinduktivität oder eine konzentrierte Induktivität, d. h. eine Entkopplungsspule gebildet werden. Das Bemessen dieser Induktivitäten richtet sich nach dem Energieabsorptionsvermögen des nachgeordneten energieschwachen Ableiters für einen normierten Stoßstromimpuls, dessen Stromänderungsgeschwindigkeit di/dt eine Induktionsspannung über der Induktivität der Leitung oder in Kopplungsspule erzeugt, die eine Zündung des vorgeordneten energiestarken Ableiters hervorruft. Diese Koordination wird so eingestellt, daß bei einem maximalen Strom bestimmter Wellenform, der für den energieschwachen Ableiter spezifiziert ist, die Kommutierung erfolgt.

[0013] Ein Nachteil der vorstehend genannten Methode ist die Abhängigkeit der Kommutierung in der Stromänderungsgeschwindigkeit ohne Einbeziehung der Impulsdauer, die wesentlich die energetische Belastung der energieschwachen Stufe und damit den Kommutierungszeitpunkt bestimmt.

[0014] Müssen in der zu betrachtenden Applikation z. B.

mehrere Impulsverläufe berücksichtigt werden, ist die Entkopplung auf den Scheitelwert des längsten und damit des energiereichsten Impulses auszulegen. Dieser zulässige Scheitelwert ist kleiner als die zulässigen Scheitelwerte der Impulsströme kürzerer Zeitdauer. So führen z. B. nicht nur die gegebenenfalls durch die Bemessung der Koordination beabsichtigt langanhaltende Blitzteilströme einer normierten Wellenform 10/350, sondern ohne Notwendigkeit auch die wesentlich kürzeren, häufiger vorkommenden induzierten Stoßströme mit der normierten Wellenform 8/20 mit annähernd gleicher Amplitude und etwa gleicher Stromänderungsgeschwindigkeit zu einer Kommutierung. Es entsteht daher gegebenenfalls ein Ungleichgewicht in der Energiebilanz der an der Koordination beteiligten Ableiter dergestalt, daß der energieschwache Ableiter weit unterhalb seiner Möglichkeiten belastet wird, während der energiestarke Ableiter unverhältnismäßig oft und häufig anspricht. Dieses bei einer solchen Konstellation unvermeidbare häufigere Ansprechen des energiestarken Ableiters hauptsächlich bei kurzen Stromimpulsen führt ohne Notwendigkeit zu dessen beschleunigter Alterung.

[0015] Bei Verwendung einer Entkopplungsspule kommt als weiterer Nachteil hinzu, daß diese für den Betriebsstrom zu bemessen ist. Da derartige Lösungen fast ausschließlich im Bereich von Niederspannungsnetzen angewendet werden, müssen die Spulen oft auf mehrere 100 A Belastbarkeit ausgelegt sein. Dies führt dazu, daß sowohl der Platzbedarf als auch die Kosten steigen.

[0016] Eine Entkopplungsmethode nach dem Stand der Technik mit Längsinduktivität ist in Fig. 1 dargestellt. Gemäß der Darstellung werden zwei Überspannungsableiter der Klasse B und C entkoppelt. Der Überspannungsableiter ÜSG2 bildet zusammen mit der Entkopplungsinduktivität U1 eine Summenspannung $U_{p1} = U_{p2} + U_1$, die als Zündspannung für den Ableiter ÜSG1 dient. Die Zündung erfolgt, sobald über ÜSG2 ein entsprechender Scheitelwert eines Stoßstromes i_s mit definierter Wellenform zum Fließen kommt.

[0017] Weitere bekannte Lösungen erfassen die über einer Funkenstrecke abfallende Spannung und erzeugen beim Überschreiten eines bestimmten Schwellwertes einen Zündimpuls, der zur Initialisierung einer Hauptentladung zwischen den Elektroden einer energiestarken Funkenstrecke im Sinne einer Triggerung dient. Bei Lösungen ohne Entkopplungsspule wird als zu bewertende Spannung die Begrenzungsspannung eines nachgeordneten energieschwachen Ableiters verwendet und beim Überschreiten einer bestimmten Schwelle die Hauptentladung eingeleitet, wie es in den oben genannten Offenlegungsschriften erläutert wird. Bei einer solchen Variante nach dem Stand der Technik werden zwar keine Induktivitäten notwendig, jedoch besteht nicht die Möglichkeit die Impulslänge einzubeziehen, was wie bereits erwähnt zu einem nicht gewünschten energetischen Ungleichgewicht der an der Koordination beteiligten Ableiter führt.

[0018] Mit Hilfe der Fig. 2 soll dieser Sachverhalt verdeutlicht werden. Die Koordination besteht in der Erfassung eines Überspannungsimpulses $U_s(t)$, der in der Anwendung durch einen von der Überspannung erzeugten Impulsstrom i_s über eine Folgeschaltung mit der Impedanz Z_G entsteht. Überschreitet der Wert des Überspannungsimpulses $U_s(t)$ eine bestimmte Schwelle U_{imp} , wird von der Koordinationschaltung ein Zündimpuls zum Einleiten der Hauptentladung auf den vorgeordneten Ableiter A, in der Regel eine Blitzstrom tragfähige Funkenstrecke mit Zündelektrode zur Triggerung gegeben. Fig. 2a zeigt an unterschiedlichen Verläufen von Spannungen, wie z. B. im ungetriggerten Zustand von A der Wert einer Überspannung z. B. auf $U_s =$

4 kV begrenzt wird, während bei einem auf solche Weise getriggerten Ableiter die gleiche Überspannung auf einen Wert $U_s(t) = 1,5$ kV reduziert werden kann.

[0019] Aus dem Vorgenannten ist es daher Aufgabe der Erfindung ein weiterentwickeltes Verfahren zum energetisch koordinierten Betreiben mehrstufiger Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen mittels Triggerung und gezielter Kommutierung zwischen den einzelnen Stufen anzugeben, wobei es gelingt die Bedingungen der Koordination so zu gestalten, daß ein ausgeglichene Energiebilanz bezogen auf die einzelnen Belastbarkeiten der Schutzstufen erreichbar ist. Weiterhin soll das Verfahren auch dann ein optimales Betreiben der Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen gestatten, wenn keine vollständigen Kenntnisse des elektrischen Verhaltens der zu koordinierenden Stufen vorhanden sind, wie dies z. B. im Endgerätebereich der Fall ist.

[0020] Weiterhin soll eine Einrichtung zur koordinierten Zündung von Blitzstrom- und Überspannungsableitern unter Rückgriff auf das erfindungsgemäße Verfahren angegeben werden.

[0021] Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt demgemäß mit einem Verfahren zum energetisch koordinierten Betreiben mehrstufiger Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen in seiner Definition nach Patentanspruch 1 sowie mit einer Einrichtung zur koordinierten Zündung von Blitzstrom- und Überspannungsableitern gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 4, wobei die Unteransprüche mindestens zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen darstellen.

[0022] Der Grundgedanke der Erfindung geht auf ein energetisches Koordinationsprinzip zurück, das einen Überspannungsimpuls nicht nur wie beim Stand der Technik üblich nach seiner Spannungshöhe, also nur nach einem Bewertungparameter, sondern mehrfach, nämlich in Spannungshöhe und mindestens einer weiteren Größe, z. B. Zeit oder Impulsstromamplitude als Zusatzkriterium mit einbezieht, bewertet und entsprechend zu einem notwendigen Zeitpunkt die Kommutierung herbeiführt.

[0023] Das offenbarte multiple 1 + x-Parameterverfahren gestattet es, daß nicht nur alle Impulse für einen bestimmten Spannungspegel, sondern auch solche, die eine bestimmte Impulslänge oder Stoßstromamplitude überschreiten, eine Kommutierung auslösen, auch wenn diese unterhalb einer vorgegebenen Spannungsschwelle U_{imp} liegen. Entsprechend der Dimensionierung der jeweils zweiten über einer ODER-Funktion mit der ersten Stufe verknüpften Stufe kann zwischen einem Blitzteilstrom 10/350 und einem induzierten Stoßstrom 8/20 unterschieden werden. Ebenso ist eine Unterscheidung zwischen einer transienten Überspannung und einer netzfrequenten Lang- oder Kurzzeitbeeinflussung möglich. Weiterhin gelingt es den Kommutierungsimpuls abhängig von einer Überspannung, die als Spannungsabfall am Eingangswiderstand eines Endgerätes anliegt oder von einem Stoßstrom, der als Stromimpuls über diesen Eingangswiderstand fließt, auszulösen.

[0024] Grundsätzlich wird also für das energetisch koordinierte Betreiben mehrstufiger Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen mindestens ein weiterer Bewertungsparameter als bestimmendes Kriterium für den Zeitpunkt der Kommutierung genutzt. Dieser weitere Bewertungsparameter beschreibt das Zeitverhalten der jeweiligen elektrischen Größe oder stellt auf die Stromamplitude ab, die sich aus dem Impulsstrom ergibt, welche aufgrund einer Überspannung, die über eine Folgeschaltung mit einer bestimmten aber auch unbekannten Impedanz anliegt, fließt. Auf der Grundlage der genannten Parameter wird dann die Kommutierung logisch ODER verknüpft ausgelöst. Ein er-

ster Bewertungsparameter kann demnach die Amplitude eines Überspannungsimpulses und ein zweiter Parameter die Zeitdauer dieses sein. Bei einer weiteren Variante ist ebenfalls der erste Bewertungsparameter die Amplitude eines Überspannungsimpulses jedoch wird der zweite Parameter aus dem Impulsstrom abgeleitet, wobei der Widerstandswert der Impedanz der Folgeschaltung gegenüber der Überspannung bestimmt, welcher der Bewertungsparameter die Kommutierung auslöst.

[0025] Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung zur koordinierten Zündung von Blitzstrom- und Überspannungsableitern ist ein zentrales Schaltelement vorgesehen, welches über mindestens zwei unterschiedliche Kriterien des Impulsverlaufes einer Überspannung aktivierbar ist, um eine Hauptentladung zur Überspannungsbegrenzung zu initiieren und den Blitzstrom im Ableitpfad der Hauptstrecke zu führen. Eine erste Kriterienkombination umfaßt den Betrag der Überspannung oder deren Zeitdauer und eine zweite Kriterienkombination den Betrag der Überspannung oder den Betrag des Stoßstromes über ein nachgeschaltetes Bauteil oder Betriebsmittel.

[0026] Die zentrale Schalteinheit weist eine Strecke a/b auf, welche beim Überschreiten eines Spannungsschwellwertes von einem hochohmigen in einen niederohmigen Zustand übergeht. Das Schaltelement verfügt weiterhin über einen Anschluß c, um unabhängig vom Betrag des Spannungswertes den niederohmigen Zustand der Strecke a/b auszulösen.

[0027] Für eine erste Koordinationsvariante, nämlich diejenige mit der Kriterienkombination aus Betrag der Überspannung oder deren Zeitdauer umfaßt die Einrichtung respektive die hieraus abgeleitete Schaltungsanordnung einen Kondensator, welcher über einen Vorwiderstand in einem ersten Ableitpfad beim Vorliegen einer Überspannung unterhalb der Durchbruchspannung der Strecke a/b aufgeladen wird, wobei der Kondensator mit einer Primärseite eines Zündtransformators in Verbindung steht, dessen Sekundärseite auf den Anschluß c des zentralen Schaltelementes führt. Weiterhin befindet sich das zentrale Schaltelement bei dieser Variante in einem zweiten Ableitpfad, in Serie geschaltet mit der Primärseite eines weiteren Zündtransformators und mit einem Entkoppelkondensator, wobei die Sekundärseite des weiteren Zündtransformators auf die Zündelektrode einer energiestarken Funkenstrecke führt, die einen dritten Ableitpfad bildet.

[0028] Für die zweite Variante des Koordinationsverfahrens mit einer Kriterienkombination Betrag der Überspannung oder Betrag des Stoßstromes über ein nachgeordnetes Bauteil oder Betriebsmittel ist in der Einrichtung bzw. deren schaltungstechnischer Umsetzung ein Stromsensor vorgesehen, um den Strom der über das externe, nachgeordnete Bauteil oder Betriebsmittel fließt festzustellen, wobei der Stromsensor ausgangsseitig mit dem Anschluß c des zentralen Schaltelementes in Verbindung steht. Auch bei dieser Variante ist das zentrale Schaltelement, welches sich in einem zweiten Ableitpfad befindet in Serie mit der Primärseite eines Zündtransformators und einem Entkoppelkondensator geschaltet, wobei die Sekundärseite des Zündtransformators auf die Zündelektrode einer energiestarken Funkenstrecke führt, die einen dritten Ableitpfad bildet.

[0029] Die bei der ersten Variante des Koordinationsverfahrens erwähnte Kombination aus Widerstand und Kondensator kann ausgestaltend die Spannung über einen Varistorableiter abgreifen, der extern als nachgeschaltetes Überspannungsschutzelement oder intern als Sensorelement dient.

[0030] Es liegt im Sinne der Erfindung, daß der den Anschluß c ansteuernde Zündtransformator auch mindestens

einen weiteren Primäranschluß aufweisen kann, um eine externe Mehrfachinitialisierung des zentralen Schaltelementes auszulösen.

[0031] Bei Drehstromnetzen werden die einzelnen Phasenleiter über Kondensatoren entkoppelt und über einen gemeinsamen Anschlußpunkt P auf ein zentrales Schaltelement geführt, welches mit der Primärseite je eines Zündtransformators verbunden ist dessen Sekundärseiten auf entsprechende Zündelektroden einer jeweils pro Phase bzw. Außenleiter vorgesehenen energiestarken Funkenstrecke führen.

[0032] Bei einer mehrstufigen Anordnung von Ableitern unterschiedlicher Leistungsstufen können bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mehrere Ableitpfade niedrigerer Klassen oder Stufen zusammengefaßt mittels eines Stromsensors überwacht werden, um die energetisch vorgeordnete Stufe oder Stufen über den Anschluß c des zentralen Schaltelementes auszulösen.

[0033] Erfindungsgemäß ist der Stromsensor als Zündtransformator ausgebildet, welcher einen Ringkern mit einer oder mehreren Sekundärwicklungen umfaßt, wobei die impulsstromführenden Leitungen als Primärwicklung durch die Ringkernöffnung verlaufend geführt sind.

[0034] Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen sowie unter Zuhilfenahme von Figuren näher erläutert werden.

[0035] Hierbei zeigen:

[0036] Fig. 1 eine Entkopplungsmethode nach dem Stand der Technik mit Längsinduktivität;

[0037] Fig. 2 ein Blockschaltbild zur Koordination von zwei Ableitern ohne Entkopplungsspule nach dem Stand der Technik;

[0038] Fig. 2a Vergleich der Spannungsverläufe wie sie bei einer Triggerung gemäß einer Ableiteinrichtung nach Fig. 2 gegenüber einer Ausführung ohne Triggerung auftreten;

[0039] Fig. 3 ein Blockschaltbild einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Koordinationsverfahrens;

[0040] Fig. 3a und 3b das unterschiedliche Spannungs-/Zeitverhalten einer Einrichtung gemäß Fig. 3;

[0041] Fig. 4 ein Blockschaltbild der zweiten Variante des Koordinationsverfahrens;

[0042] Fig. 4a den Verlauf eines Hybrid-Normimpulses für Stoßspannung U_s 1,2/50 und Stoßstrom i_s 8/20 beispielhaft bei einer Quellimpedanz der Blitzstörquelle von 2Ω ;

[0043] Fig. 4b und 4c das unterschiedliche Spannungs-/Stromverhalten einer Einrichtung gemäß Fig. 4;

[0044] Fig. 5 sowie 5a bis 5c den Grundaufbau verschiedener Ausführungsformen des zentralen Schaltelementes;

[0045] Fig. 6 eine schaltungstechnische Ausführungsform der ersten Variante des Koordinationsverfahrens;

[0046] Fig. 7 eine schaltungstechnische Ausführungsform der zweiten Variante des Koordinationsverfahrens;

[0047] Fig. 8 eine schaltungstechnische weitere Variante zur Umsetzung des ersten Koordinationsverfahrens;

[0048] Fig. 9 eine schaltungstechnische Lösung zur externen Mehrfachinitialisierung des zentralen Schaltelementes;

[0049] Fig. 10 eine schaltungstechnische Variante zur Umsetzung des Verfahrens zum energetischen koordinierten Betreiben in Drehstromanlagen;

[0050] Fig. 11 eine beispielhafte schaltungstechnische Variante einer dreistufigen Koordination von Ableitern unterschiedlicher Leistungsstufen und

[0051] Fig. 12 einen prinzipiellen Aufbau eines als Zündübertrager ausgeführten Stromsensors mit Ringkern.

[0052] Die im nachstehenden Ausführungsbeispiel beschriebenen Varianten der energetischen Koordinationsverfahren beruhen auf einer $1 + x$ -Parametrierung, wobei min-

destens zwei Koordinationsparameter gewählt werden. Bei einer Kombination, bei denen jeweils die Einbeziehung der Spannungsamplitude mit einem weiteren Parameter Zeit und Strom relevant ist, ergeben sich zwei Basis-Koordinationsverfahren, die als Grundfunktionen für weitere Kombinationen dienen können.

[0053] Eine erste Variante eines Koordinationsverfahrens ist in Fig. 3 dargestellt. Dort wird aus an einer Impedanz Z_G auftretendem Impuls ein zweiter Koordinationsparameter KP II aus einem ersten Koordinationsparameter KP I abgeleitet und dies geschieht dadurch, daß in einer Baugruppe zwei unterschiedlich bewertende Eingänge U_{imp} und T_{imp} vorhanden sind. Während der Koordinationsparameter I auf einen sehr hohen, kurzzeitig auftretenden Spannungswert $U_s(I)$ an Z_G eingestellt ist, wird der Koordinationsparameter II mit seinem Eingang T_{imp} auf relativ kleine, langanhaltende Spannungsimpulse $U_s(II)$ an Z_G parametrieren. Die dominierende Größe des Koordinationsparameters I ist somit die Spannungshöhe an U_{imp} . Die dominierende Größe des Koordinationsparameters II hingegen ist die Zeitdauer des Impulses an T_{imp} .

[0054] Die Fig. 3a und 3b stellen das Verhalten der ersten Variante des Koordinationsverfahrens bei einer Überspannung $U_s(I)$ dar. Der Wert von U_{imp} in Fig. 3a entspricht im wesentlichen der Darstellung der vergleichbaren Größe $U_s(I)$ gemäß Fig. 2a zum Stand der Technik. Die Begrenzung der Überspannung $U_s(I)$ erfolgt entsprechend der Schaltschwelle U_{imp} zum Zeitpunkt T1.

[0055] Fig. 3b hingegen zeigt, wie durch die zusätzlich zeitgesteuerte Zeitschwelle T_{imp} ebenso auch kleinere Werte entsprechend $U_s(II)$ zum Ansprechen der Hauptentladungsstrecke zum Zeitpunkt T2 führen. Die Parametrierung beider Stufen erfolgt also dergestalt, daß beide Spannungszeitflächen im wesentlichen identisch sind. Hierdurch ist die energetische Belastung von Z_G für beide Funktionen als annähernd gleich anzusehen.

[0056] Die zweite Variante des Koordinationsverfahrens nach Ausführungsbeispiel ist mit dem Blockschaltdiagramm nach Fig. 4 verdeutlicht.

[0057] Der Koordinationsparameter I ist identisch mit demjenigen nach der ersten Variante des Koordinationsverfahrens. Der Koordinationsparameter II hingegen leitet sich aus dem Impulsstrom i_s ab, der als Folge der Überspannung über die Impedanz Z_G zum Fließen kommt und mit ihr zusammen den Wert von $U_s(II)$ bestimmt.

[0058] Der Widerstandswert der Impedanz Z_G gegenüber einer Überspannung bestimmt also in diesem Fall, welcher der beiden Koordinationsparameter die Zündung der Hauptstrecke letztlich auslöst. Bei hoher Impedanz von Z_G ist der Koordinationsparameter I an U_{imp} dominant. Dagegen ist bei einer tiefen Impedanz von Z_G der Koordinationsparameter II an I_{imp} dominant. Beide Stufen U_{imp} und I_{imp} reagieren also auf das Erreichen bestimmter Schwellwerte der jeweils zugeordneten Eingangsgrößen.

[0059] Die Erfassung des Stromes i_s erfolgt über den Sensor S und wird als äquivalente Größe dem Eingang I_{imp} zugeführt.

[0060] Die Fig. 4a zeigt anhand der beiden Normimpulse für Stoßspannung 1,2/50 und Stoßstrom 8/20 die möglichen Verläufe von U_s und i_s , abhängig von der Impedanz Z_G beispielhaft bei einer Quellimpedanz der Blitzstörquelle von 2Ω .

[0061] Im Falle $Z_G = \infty$ ergibt sich der normierte Verlauf der Stoßspannung U_s (1,2/50). Im Fall $Z_G = 0$ ergibt sich der normierte Verlauf des Stoßstromes i_s (8/20). Für den Bereich zwischen diesem Grenzwert überwiegt jeweils die Spannungs- oder Stoßstromkomponente an Z_G . Dadurch kann der Fall eintreten, daß die Spannungsschwelle U_{imp} , die

nach dem Stand der Technik die Hauptentladung auslöst nicht erreicht wird. In diesem Falle wird über eine zweite, stromgetriggerte Stufe die Hauptentladung herbeigeführt. Diese Funktion übernimmt der Koordinationsparameter II in der zweiten Variante des Koordinationsverfahrens.

[0062] Die Fig. 4b und 4c beschreiben dieses unterschiedliche Verhalten der beiden Koordinationsparameter. Fig. 4b zeigt den Vorgang im Strom- und Spannungsverlauf von Z_G , wenn die Schwelle U_{imp} die Entladung der Hauptentladungsstrecke initiiert. Durch die Hauptentladung wird zum Zeitpunkt T1 die Spannung $U_s(I)$ begrenzt und der Strom kommutiert auf den Hauptentladungszweig, schraffiert dargestellt.

[0063] Fig. 4c zeigt die erfindungswesentliche Eigenschaft, bei der die Hauptentladungsstrecke durch eine Stromtriggerung alternativ aktiviert wird, falls der Schwellwert der Spannung $U_s(I)$ am Eingang U_{imp} nicht erreicht wird. Erreicht stattdessen der Stromwert i_s den Schwellwert, z. B. 500 A des Einganges I_{imp} , veranlaßt der entsprechende Schaltungsteil alternativ die Zündung der Hauptentladungsstrecke. Dadurch wird zum Zeitpunkt T1 die als Folge von i_s an Z_G auftretende Spannung $U_s(II)$ auf z. B. 100 V begrenzt und der schraffiert dargestellte Stromschwanz kommutiert auf die Hauptentladungsstrecke.

[0064] Wie erwähnt sind die einzelnen Funktionen des 1 + x-Parameterversfahrens austauschbar und beliebig je nach Bedarf zwei- oder dreifach kombinierbar. So ist es möglich die Koordinationsparameter II der ersten und zweiten Variante des Koordinationsverfahrens in einer Funktion zu kombinieren. Diese Kombination kann durch die Ergänzung der identischen Koordinationsparameter I der ersten und der zweiten Variante des Koordinationsverfahrens über das beschriebene 2-Parameterversfahren zu einem 3-Parameterversfahren erweitert werden. Ebenso ist es denkbar Koordinationsstufen mit den unterschiedlichen erfindungsgemäßen Koordinationsverfahren hintereinandergeschaltet anzuordnen, um z. B. verschiedenartige, der Anwendung angepaßte Schutzstufen zu realisieren, wie dies Fig. 11 an einem Beispiel zeigt.

[0065] Die Darstellung nach den Fig. 6 bis 11 beschreiben mögliche Schaltungsvarianten, die die offenbarten Grundfunktionen des erfindungsgemäßen Verfahrens umsetzen.

[0066] Den gezeigten Schaltungsvarianten ist ein zentrales Schaltelement ZSE nach Fig. 5 gemeinsam, daß auf zwei unterschiedlichen Wegen aktiviert werden kann.

[0067] Der erste, unbedingte Weg wird aktiviert, indem nach Überschreiten eines Schwellwertes der anliegenden Spannung $U_s(I)$ die Strecke a/b direkt von einem hochohmigen in den niederohmigen Zustand übergeht. Der zweite, bedingte Weg wird aktiviert, indem eine Spannung $U_s(II)$ an den Anschluß c gelegt wird, wodurch die Strecke a/b indirekt von dem hochohmigen in den niederohmigen Zustand übergeht.

[0068] Das zentrale Schaltelement ZSE kann auf unterschiedliche Art und sowohl in Ausführung als auch in der Schaltungstechnik realisiert werden. Beispielhaft sind hier steuerbare Halbleiter oder Halbleiterschaltungen mit einem entsprechenden Schaltverhalten wie z. B. Thyristoren genannt. Wesentlich ist in jedem Fall die erreichbare Funktion der bedingten und der unbedingten Auslösbarkeit einer Strecke a/b und die damit erreichbare ODER-Verknüpfung, die die schaltungstechnische Umsetzung der Verknüpfung der Koordinationsparameter I und II herstellt. Wesentlich ist weiterhin, daß sich die beschriebenen Funktionen unabhängig von der Polarität der von außen anliegenden Spannung einstellen, sobald die jeweiligen Schwellwerte überschritten werden.

[0069] In den Fig. 5a bis 5c ist das zentrale Schaltelement

ZSE so dargestellt, wie es sich mit einer Funkenstrecke, z. B. mit einem gasgefüllten Überspannungsableiter realisieren läßt, welcher bevorzugt zur Anwendung kommt. Ein derartiges handelsübliches Bauteil weist in seiner Grundform bereits die Anschlüsse a/b auf, deren dazwischenliegende Entladungsstrecke durch Anlegen einer äußeren Spannung oberhalb der Zündspannung ähnlich einem Schalter vom hochohmigen in den niederohmigen Zustand überführt werden kann. Ein derartiges Bauteil entspricht demnach einem spannungsgesteuerten Schalter.

[0070] Diese Schaltfunktion beruht auf der Gasentladung, hervorgerufen durch das elektrische Feld zwischen zwei Elektroden in dem gasgefüllten Entladungsraum, die durch Anlegen einer äußeren Spannung, z. B. an den Anschlüssen a/b eingeleitet werden kann. Durch Einbringen weiterer Elektroden in den Entladungsraum gemäß Fig. 5a oder 5b oder durch Anlegen eines elektrischen Feldes außerhalb des Entladungsraumes nach Fig. 5c über einen oder mehrere Anschlüsse c, kann über diesen Anschluß ebenfalls eine Entladung der Strecke a/b eingeleitet werden.

[0071] Da die Entladung alle im Entladungsraum befindlichen Elektroden einbezieht, kann durch Anlegen einer Spannung am Anschluß c gemäß Fig. 5a und 5b bzw. ausschließlich gemäß Fig. 5c die Strecke a/b niederohmig geschaltet werden. Diese Funktion entspricht der Umsetzung der Notwendigkeit nach der erfindungsgemäßen Lehre, bei der die Funktionsparameter I und II über eine ODER-Verknüpfung die Hauptentladung an dem vorgeordneten energiestarken Ableiter einleiten.

[0072] Die Ausführungsform nach Fig. 5c hat den Vorteil, daß der Anschluß c ausschließlich steuernde Wirkung auf die Entladung der Strecke a/b hat, und durch diese Entladung selbst jedoch nicht rückwirkend beeinflusst wird, wie dies durch eine fehlende Entkopplung vom Entladungsraum ansonsten der Fall ist.

[0073] Besteht die Notwendigkeit mehrere Funktionsparameter mit der ODER-Funktion des zentralen Schaltelementes zu verknüpfen, kann dessen Ausführung über die beschriebene Funktion hinaus durch weitere Anschlüsse c ergänzt werden. Dadurch werden weitere Möglichkeiten zur gezielten Entladung der Strecke a/b geschaffen.

[0074] Erwähnenswert ist bei den schaltungstechnischen Varianten nach den Fig. 6 bis 11 der vorgesehene Entkopplungskondensator X, der gegenüber dem Stand der Technik bekannten Varistoren bessere Zündbedingungen für die Zündung der Hauptentladungsstrecke schafft und neben einer Spannungsbewertung eine Frequenzbewertung vornimmt. Dadurch kann z. B. bestimmt werden, bei welchen Frequenzen vorzugsweise eine Zündung der Hauptstrecke initialisiert werden soll.

[0075] Wesentlich ist weiterhin der Einsatz von Zündtransformatoren ZTR, denen bevorzugte Ausführungsform anhand der Fig. 12 beschrieben ist.

[0076] Die Funktion der Zündtransformatoren ZTR beruht auf dem bekannten Transformatorprinzip, bei dem durch eine Stromänderung in einer ersten Spule, d. h. der Primärseite in einer zweiten, mit dem Feld der ersten Spule verkoppelten weiteren Spule, d. h. der Sekundärseite eine Spannung induziert wird. Im vorliegenden Fall induziert der Schaltimpuls des zentralen Schaltelementes ZSE über die Primärseite des Zündtransformators ZTR auf dessen Sekundärseite einen Hochspannungsimpuls, der über die Zündelektrode E3 zwischen den Hauptelektroden E1/E2 die Hauptentladung herbeiführt.

[0077] Anhand der Fig. 6 sei eine prinzipielle Ausführung der ersten Variante des Koordinationsverfahrens näher erläutert. Die zu betrachtenden Ableitpfade sind nach der zeitlichen Reihenfolge ihrer Aktivierung durch eine einlaufende

Überspannung mit A1, A2 und A3 bezeichnet.

[0078] Bei einem Scheitelwert der einziehenden Überspannung oberhalb der Durchbruchspannung der Strecke a/b des zentralen Schaltelementes ZSE leitet der Pfad A2 die Begrenzung der Überspannung ein. Ein dadurch ausgelöster Stromimpuls des Schaltvorganges über die Primärspule des Zündtransformators ZTR1 erzeugt sekundärseitig einen Hochspannungsimpuls, der als Initialzündung über die Zündelektrode E3 zur Aktivierung der Funkenstrecke Fs im Pfad A3 dient. Dadurch wiederum erfolgt die Hauptentladung über die Hauptelektroden E1/E2 der energiestarken Funkenstrecke Fs.

[0079] Liegt der Scheitelwert der einziehenden Überspannung unterhalb der Durchbruchspannung der Strecke a/b des zentralen Schaltelementes ZSE, wird durch die Überspannung der Kondensator C über den vorzugsweise spannungsabhängigen Widerstand R im Pfad A1 aufgeladen, bis die Durchbruchspannung des Schaltelementes ST erreicht ist. Der hierdurch entstehende Stromimpuls erzeugt über den Zündtransformator ZTR2 eine Zündspannung am Anschluß c des zentralen Schaltelementes ZSE, so daß ein Stromimpuls im Pfad A2 in der beschriebenen Art eine Zündung der Hauptstrecke im Pfad A3 veranlaßt.

[0080] Über die Bemessung der Zeitkonstante $T = RC$ kann der Zeitpunkt bestimmt werden, zu dem eine Zündung der Hauptstrecke A3 über den Pfad A1 ausgelöst werden soll. Bevorzugt wird hierfür eine Zeit gewählt, die einen Blitzstromverlauf mit langer Rückenhalbwertszeit entspricht. Für einen Stromverlauf 10/350 hat sich eine Verzögerungszeit von 60 µs als günstig erwiesen, um einerseits den Stromverlauf 8/20 an dieser Stufe zu unterdrücken und andererseits eine weitere Eigenschaft des Pfades A3, die Zündimpulse in dem Zeitraum der Verzugszeit periodisch zu wiederholen bis entweder die Hauptstrecke gezündet oder der Vorgang ohne Zündung der Hauptentladung abgeklungen ist, zur Geltung kommen zu lassen. Diese Eigenschaft erhöht die Zündsicherheit der Hauptstrecke wesentlich und sorgt damit gegenüber Lösungen nach dem Stand der Technik auch aus dieser Sicht für zusätzliche Sicherheit in der Kommutierung. Der Pfad A2 entspricht somit dem Koordinationsparameter I und der Pfad A1 dem Koordinationsparameter II bei der ersten Variante des Koordinationsverfahrens.

[0081] Fig. 7 offenbart ein Blockschaltbild einer weiteren Gestaltung für die Ausführung des Ableitpfades A1 entsprechend der zweiten Variante des Koordinationsverfahrens. Die Pfade A2/A3 entsprechen den Ausführungen zur Fig. 6.

[0082] Der Pfad A1 jedoch enthält keine zeitbestimmende R/C-Kombination. Stattdessen wird dieser von einem als Zündspule ausgeführten Stromsensor ZTR2 gebildet, der den Strom i_s über ein externes Bauteil X1 erfaßt und so bemessen ist, daß bei einem entsprechenden Strom über X1 unterhalb seiner Schädigungs- oder Zerstörungsgrenze ein Zündvorgang über den Anschluß c des zentralen Schaltelementes ZSE ausgelöst wird. Dieser Teil der Schaltung repräsentiert somit den Koordinationsparameter II in der zweiten Variante des Koordinationsverfahrens, wobei das Bauteil X1 in seiner Eigenschaft der Impedanz Z_G und der Stromsensor ZTR2 dem Stromsensor S gemäß den Fig. 2 bis 4 entspricht.

[0083] Bei dieser Lösungsvariante wird also eine Hauptentladung entweder bei einem ausreichenden Spannungsimpuls über den Pfad A2 oder über einen entsprechenden Stromimpuls im Pfad A1 initiiert.

[0084] Der Vorteil dieser Variante der Erfindung besteht darin, daß auch für das Überspannungsereignis niederimpedante Folgeschaltungen koordinierbar sind und zu einer Kommutierung führen. Dies ist dann der Fall, wenn die Fol-

geschaltung als Eingangsschaltung für ein Gerät einen integrierten Überspannungsschutz mit tieferem Ansprechwert bzw. Schutzkennlinie aufweist.

[0085] Fig. 8 zeigt eine Ausgestaltungsvariante nach Fig. 6, bei der die zeitbestimmte R/C-Kombination zur Bestimmung des zweiten Koordinationsparameters eine Spannung über einem energieschwachen Varistorableiter VDR abgreift.

[0086] Über diesen Spannungsabgriff sind bei bekannter U/I-Kennlinie des Varistors über dessen Spannungswert Rückschlüsse auf den über das Element fließenden Stromwert möglich. Damit repräsentiert dieser Spannungswert indirekt den Strom und damit über die Zeit die energetische Belastung des Varistors. Über die Pfade A1 und A2 wird in der bereits beschriebenen Art die Zündung der Hauptstrecke der FS eingeleitet, sobald die Spannungsauswertung ergibt, dass der Varistor energetisch überlastet ist. Bei kurzen Stromimpulsen (z. B. der Wellenform $8/20 \mu s$) wird der Zündvorgang über A2 und bei langen Stromimpulsen (z. B. der Wellenform $10/350 \mu s$) über den mit einer Verzögerungszeit behafteten, dafür aber bei kleineren Spannungswerten als A2 reagierenden Pfad A1 eingeleitet. Weiterhin können solche Stufen auch über einen weiteren zweiten Kreis ausgelöst werden, dem andere Kriterien als die hier beschriebenen zugrunde liegen. So kann z. B. der Pfad A1 von steuerbaren Elementen aktiviert werden, die von einer externen Überwachungseinrichtung angesteuert werden. Es ist ebenso möglich, mehrere solcher Stufen wie Fig. 9 dargestellt, auf einen gemeinsamen Zündübertrager ZTR 2 wirken zu lassen, um auf diese Weise eine Mehrfachinitialisierung nach dem ODER-Prinzip zu ermöglichen. Dabei kann neben einer konventionellen Art über eine Leitungsverbindung S1 eine Ansteuerung der Elemente z. B. auch über Funk oder Lichtwellenleiter S2 erfolgen.

[0087] Für Drehstrombeschaltungen soll auf die Konfiguration nach Fig. 10 verwiesen werden. Dabei wird der Schaltungsteil A2 gebildet aus den Teilen A2.1, A2.2 und A2.3 auf der den Phasenanschlüssen gegenüberliegenden Seite am Punkt P zusammengefaßt und über das Schaltelement ZSE gemeinsam über die Primärwicklung des Zündübertragers ZTR2 geführt, der sekundärseitig drei Zündwicklungen bzw. Zündwicklungen entsprechend der Anzahl der zu erfassenden Leitungen aufweist. Mit dieser Schaltung wird erreicht, daß sobald einer der Pfade A2.1 bis A2.3 durch eine Überspannung gezündet wird, die verbleibenden Pfade über die zugeordneten Zündwicklungen des Zündübertragers ZTR2 ebenfalls gezündet werden. Hierdurch ergibt sich eine gleichmäßige Zündung und damit eine günstige symmetrische Stromaufteilung des Blitzteilstromes auf alle Leitungen und es treten nur geringe Überspannungen bzw. Querspannungen zwischen den beschalteten Leitungen L1/L2 und L3 auf. Die energiestarken Ableiter der Hauptentladungsstrecke werden über die Hauptanschlüsse E3.1, E3.2 und E3.3 gezündet und gleichmäßig ausgelastet. Das zentrale Schaltelement ZSE kann zusätzlich über eine nach den Fig. 6 bis 9 ausgestaltete Stufe A1 ausgelöst werden.

[0088] Eine dreistufige Koordination von Ableitern unterschiedlicher Leistungsstufen B/C/D(E) zeigt Fig. 11.

[0089] Bei entsprechender Leitungslänge L zwischen den Stufen wird die Koordination und damit die Kommutierung auf konventionelle Art erreicht. Ist hingegen die Leitungslänge nicht ausreichend, erfolgt jeweils über die bereits beschriebene zweite Variante die Initialisierung die Zündung der energetisch vorgeordneten Stufe, bis sich die Impulsenergie abgebaut bzw. die jeweils leistungstärkere, vorgeordnete Energiestufe die Ableitung übernommen hat.

[0090] Zwischen der Stufe C/D(E) ist ein Stromsensor ZTR3 als Zündübertrager wie bereits anhand der Fig. 7 be-

schrieben, angeordnet. Dieser Stromsensor kann mehrere, an einem zentralen Punkt P zusammengefaßte Pfade x1, x2, x3, die mit Schutzstufen "D" oder "E" bestückt sind, erfassen, und den dafür zuständigen, zentral angeordneten Ableiter C aktivieren. Dieser wiederum aktiviert im Bedarfsfall über ZTR2 die Zündeinrichtung des Ableiters B, der das höchste Energieniveau aufweist. Die Hauptentladung erfolgt dann über diesen Ableiter.

[0091] Aufgrund der erheblichen Impulsbelastungen, denen die Zündübertrager bei den beschriebenen Anwendungen ausgesetzt sind, ist es von Vorteil, diesen als Durchsteckwandler wie anhand Fig. 12 gezeigt, auszuführen.

[0092] Der Durchsteckwandler besteht aus einem Ringkern, auf den die Sekundärwicklung bzw. mehrere Sekundärwicklungen W2 aufgebracht sind. Die Primärwicklung W1 ist lediglich als Durchführung der impulsstromführenden Leitung oder Leitungen durch die Bohrung des Ringkernes gestaltet. Bei einer solchen Realisierung des Zündübertragers bzw. Zündtransformators können Isolationsprobleme, wie sie bei konventionellen Anordnungen auftreten, von vornherein vermieden werden.

[0093] Es liegt ausführungsseitig ebenfalls im Sinne der Erfindung, den vorbeschriebenen speziellen Zündtransformator oder Zündübertrager mit dem zentralen Schaltelement ZSE oder dem Schaltelement SE eine gemeinsame Baueinheit bildend auszuführen.

[0094] Zusammenfassend gelingt es mit der Umsetzung der Erfindung nach den vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen eine effektive Koordination beim Betreiben mehrstufiger Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen anzugeben, die nicht nur den Scheitelwert einer elektrischen Größe, sondern auch deren Zeitverhalten berücksichtigt, so daß eine ausgeglichene Energiebilanz für alle Baugruppen gegeben ist. Weiterhin ist es nicht mehr wie beim Stand der Technik notwendig vorauszusetzen, daß die nachgeordnete Stufe die erforderliche Spannung für die Kommutierung einer jeweils vorgeordneten Stufe bereitstellt. Das heißt, auch ohne vollständige Kenntnis des elektrischen Verhaltens der zu koordinierenden Stufen z. B. im Endgerätebereich ist eine Koordination mit der Endgerätestufe dadurch möglich, indem neben der auftretenden Überspannung auf einen Bewertungsparameter zurückgegriffen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum energetisch koordinierten Betreiben mehrstufiger Blitzstrom- und Überspannungsableiteranordnungen mittels Triggerung und gezielter Kommutierung zwischen den einzelnen Stufen unter Berücksichtigung eines Scheitelwertes der jeweils abzuleitenden oder zu begrenzenden elektrischen Größe, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein weiterer Bewertungsparameter zum Bestimmen des Zeitpunktes der Kommutierung genutzt wird, wobei dieser das Zeitverhalten der jeweiligen elektrischen Größe beschreibt oder auf die Stromamplitude abstellt, die sich aus dem Impulsstrom ergibt, welche aufgrund einer Überspannung, die über eine Folgeschaltung einer bestimmten, auch unbekannten Impedanz anliegt, fließt, und weiterhin die Kommutierung auf der Grundlage der oben genannten Parameter logisch ODER verknüpft ausgelöst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Bewertungsparameter die Amplitude eines Überspannungsimpulses und der zweite Bewertungsparameter die Zeitdauer dieses ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Bewertungsparameter die Amplitude

eines Überspannungsimpulses ist und der zweite Bewertungsparameter aus dem Impulsstrom abgeleitet wird, wobei der Widerstandswert der Impedanz der Folgeschaltung gegenüber der Überspannung bestimmt, welcher der Bewertungsparameter die Kommutierung auslöst. 5

4. Einrichtung zur koordinierten Zündung von Blitzstrom- und Überspannungsableitern mittels des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein zentrales Schaltelement ZSE 10 vorgesehen ist, welches über mindestens zwei unterschiedliche Kriterien des Impulsverlaufes einer Überspannung aktivierbar ist, um eine Hauptentladung zur Überspannungsbegrenzung zu initiieren und den Blitzstrom im Ableitpfad der Hauptstrecke zu führen, wobei 15 eine erste Kriterienkombination der Betrag der Überspannung oder deren Zeitdauer und eine zweite Kriterienkombination der Betrag der Überspannung oder der Betrag des Stoßstromes über ein nachgeordnetes Bauteil oder Betriebsmittel ist. 20

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zentrale Schaltelement ZSE eine Strecke a/b aufweist, welche beim Überschreiten eines Spannungsschwellwertes von einem hochohmigen in 25 einen niederohmigen Zustand übergeht und weiterhin über einen Anschluß c verfügt, um unabhängig vom Betrag des Spannungswertes den niederohmigen Zustand der Strecke a/b auszulösen.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß 30

ein Kondensator C vorgesehen ist, welcher über einen Vorwiderstand R in einem ersten Ableitpfad A1 beim Vorliegen einer Überspannung unterhalb der Durchbruchspannung der Strecke a/b aufgeladen wird, wobei der Kondensator C mit einer Primärseite eines Zündtransformators ZTR2 in Verbindung steht, dessen Sekundärseite auf den Anschluß c des zentralen Schaltelementes ZSE führt, 35

weiterhin das zentrale Schaltelement ZSE sich in einem zweiten Ableitpfad, in Serie geschaltet mit der Primärseite eines weiteren Zündtransformators ZTR1 und einem Entkoppelkondensator X, befindet, wobei die Sekundärseite des weiteren Zündtransformators ZTR1 auf die Zündelektrode E3 einer energiestarken Funkenstrecke führt, die einen dritten Ableitpfad A3 bildet. 40 45

7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stromsensor vorgesehen ist, um den Strom der über das externe, nachgeordnete Bauteil oder Betriebsmittel fließt, festzustellen, wobei der Stromsensor ausgangsseitig mit dem Anschluß c des zentralen Schaltelementes ZSE in Verbindung steht, weiterhin das zentrale Schaltelement ZSE sich in einem zweiten Ableitpfad A2, in Serie geschaltet mit der Primärseite eines Zündtransformators ZTR1 und einem Entkoppelkondensator X befindet, wobei die Sekundärseite des Zündtransformators ZTR1 auf die Zündelektrode E3 einer energiestarken Funkenstrecke führt, die einen dritten Ableitpfad A3 bildet. 50 55

8. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die R/C-Kombination im ersten Ableitpfad A1 die Spannung über einen externen Varistorableiter abgreift. 60

9. Einrichtung nach Anspruch 6 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zündübertrager ZTR2 mindestens einen weiteren Primäranschluß aufweist, um eine externe Mehrfachinitialisierung des zentralen Schaltelementes ZSE auszulösen. 65

10. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß bei Drehstromnetzen jede Phase einem Ableitpfad A2.1, A2.2 und A2.3 über jeweils einen Kondensator zugeordnet und auf der der Phasenseite gegenüberliegenden Seite auf einen Punkt P zusammengeführt ist der über eine gemeinsames zentrales Schaltelement ZSE und einer dazu in Reihe geschalteten Primärwicklung eines Zündübertragers ZTR2 führt, dessen Sekundärwicklungen E3.1, E3.2 und E3.3 die zeitgleiche Zündung der jeweils einer Phase zugeordneten Funkenstrecken über deren Zündelektrode E3 herbeiführen.

11. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer mehrstufigen Anordnung von Ableitern unterschiedlicher Leistungsstufen mehrere Ableitpfade niedriger Klassen oder Stufen zusammengefaßt mittels eines Stromsensor überwacht werden, um die energetisch vorgeordnete Stufe oder die energetisch vorgeordneten Stufen über den Anschluß c des zentralen Schaltelementes auszulösen.

12. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromsensor als Zündtransformator ausgebildet ist, welcher einen Ringkern mit einer oder mehreren Sekundärwicklungen umfaßt, wobei die impulsstromführende Leitung oder die impulsstromführenden Leitungen als Primärwicklungen durch die Ringkernöffnung verlaufend angeordnet sind.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

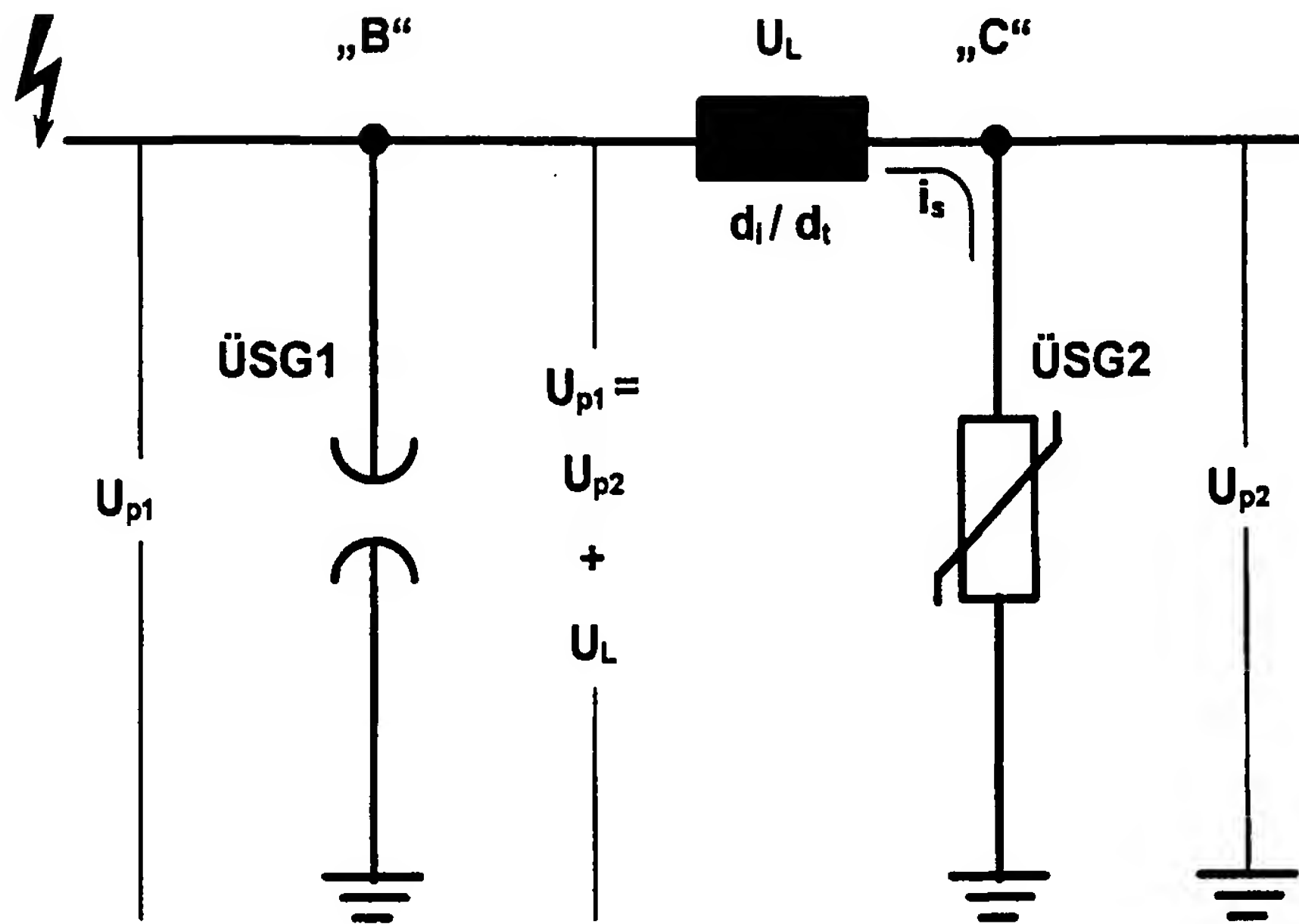


Fig. 1

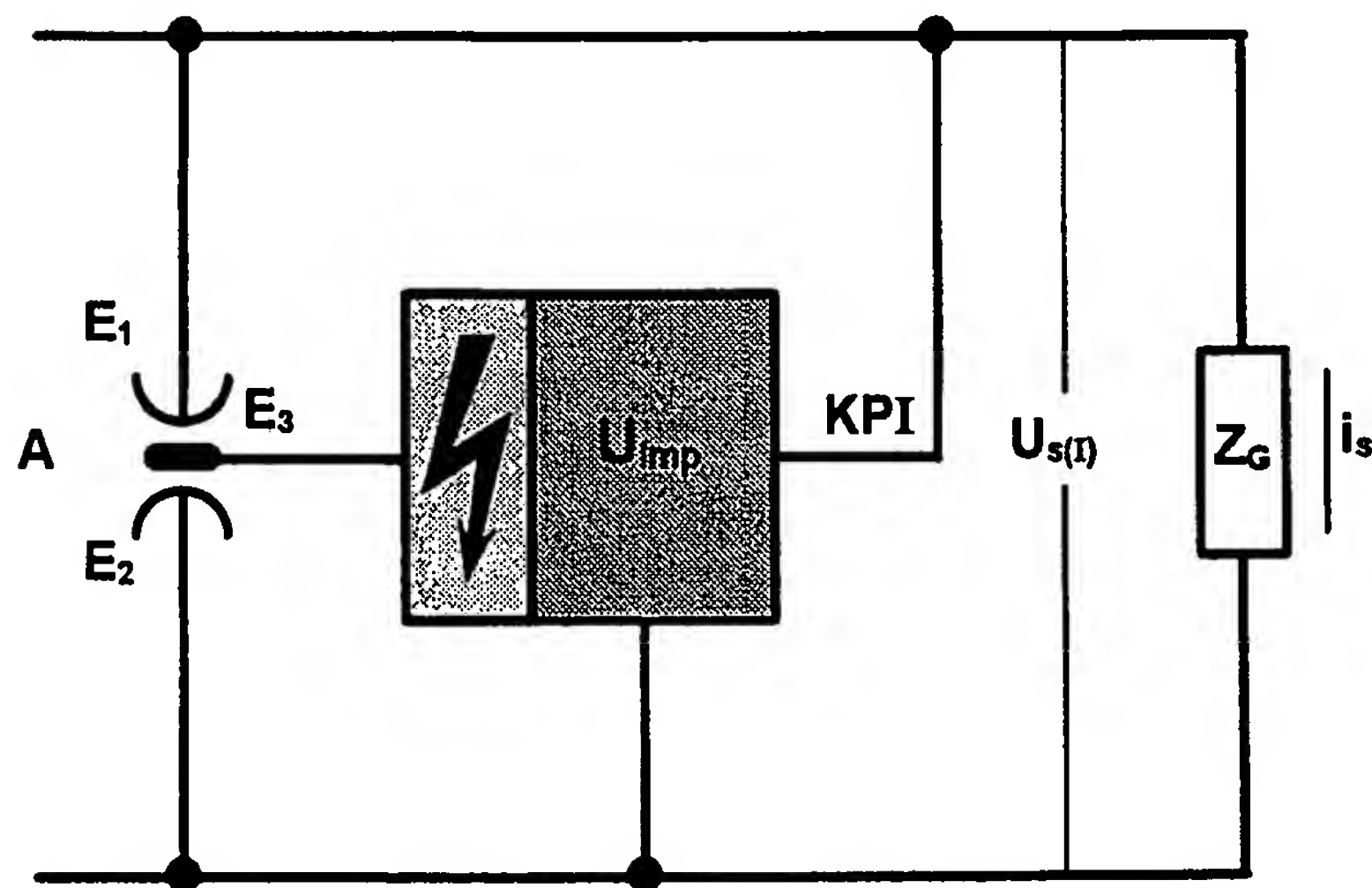


Fig. 2

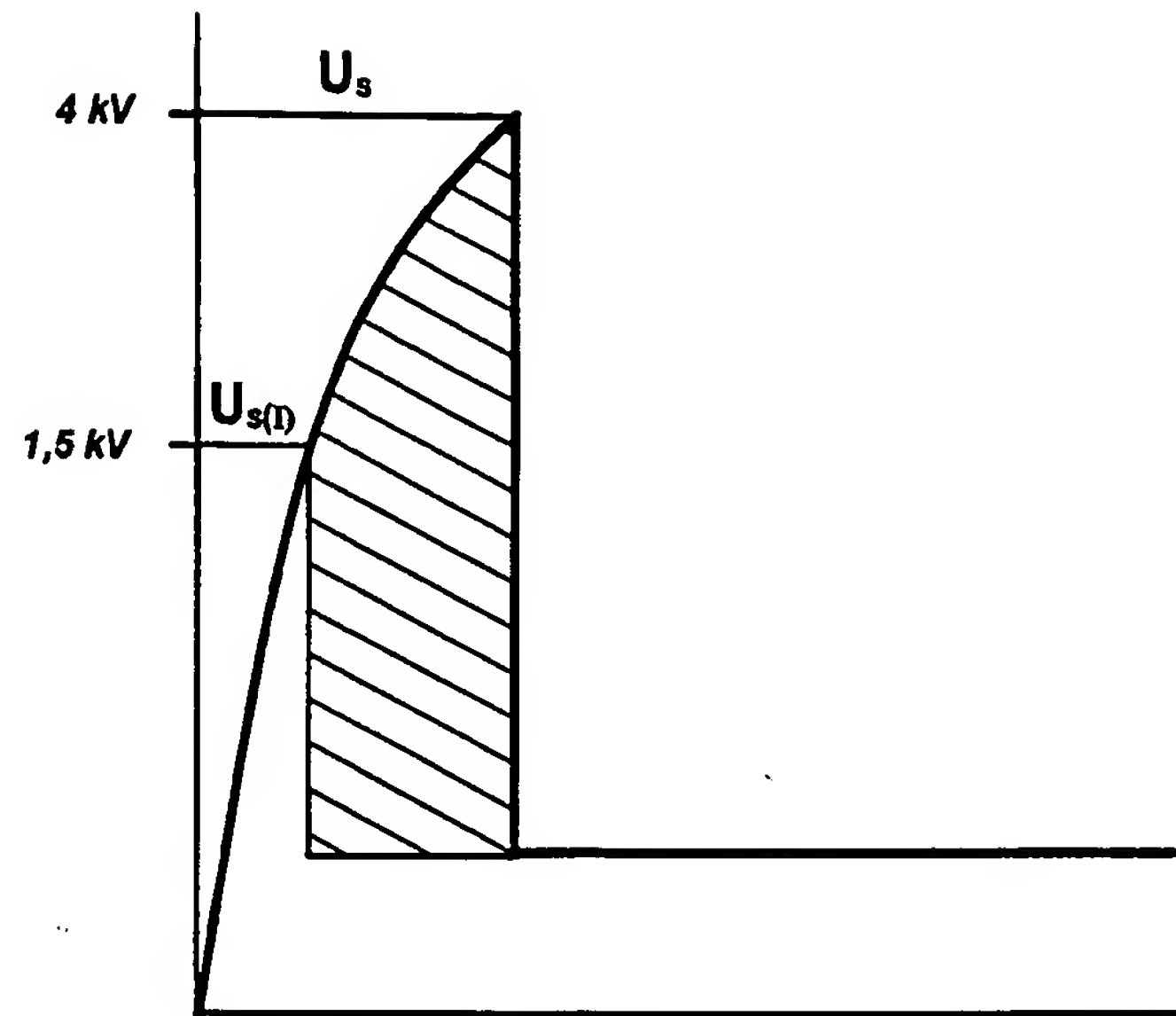


Fig. 2a

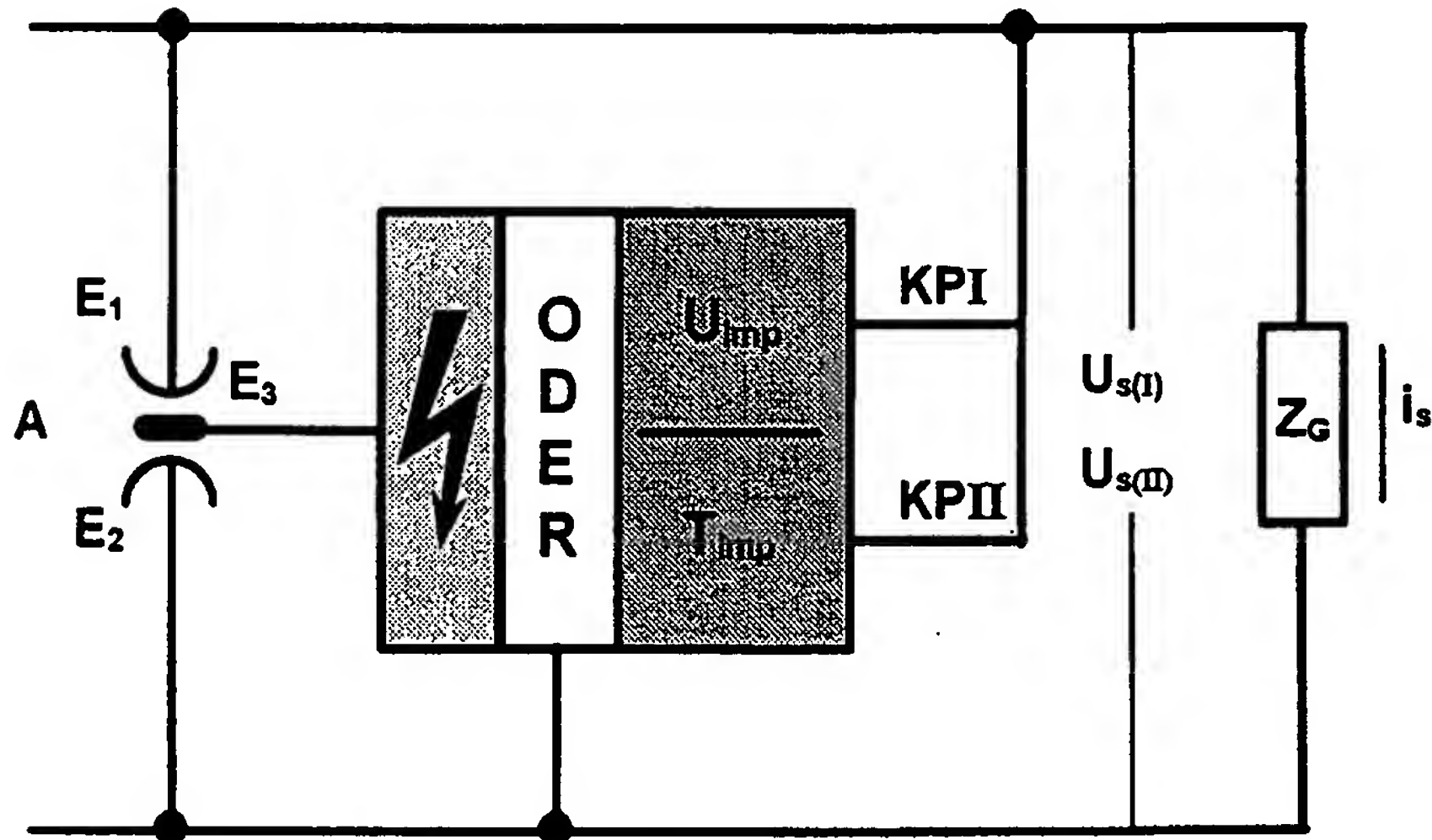


Fig. 3

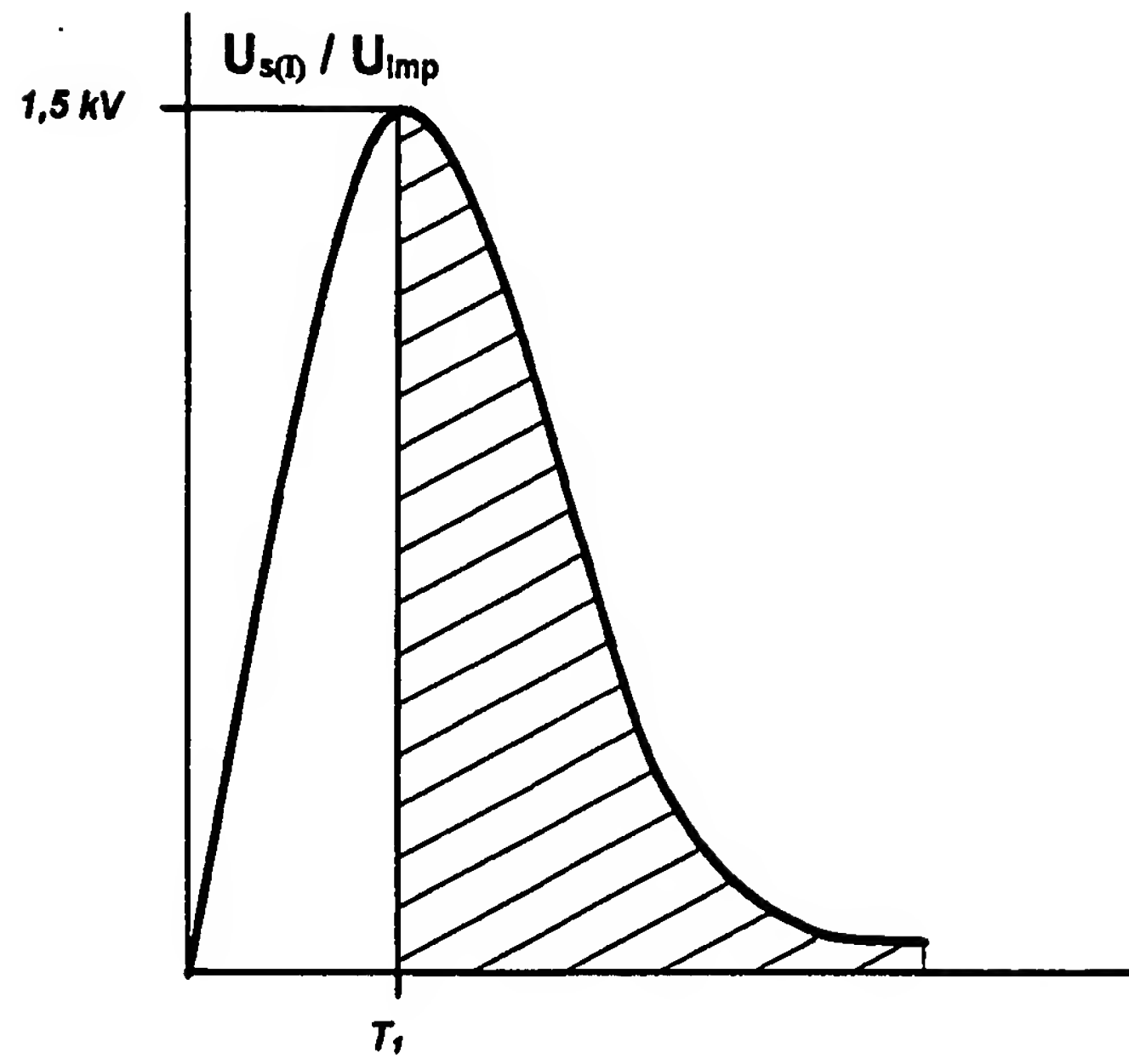


Fig. 3a

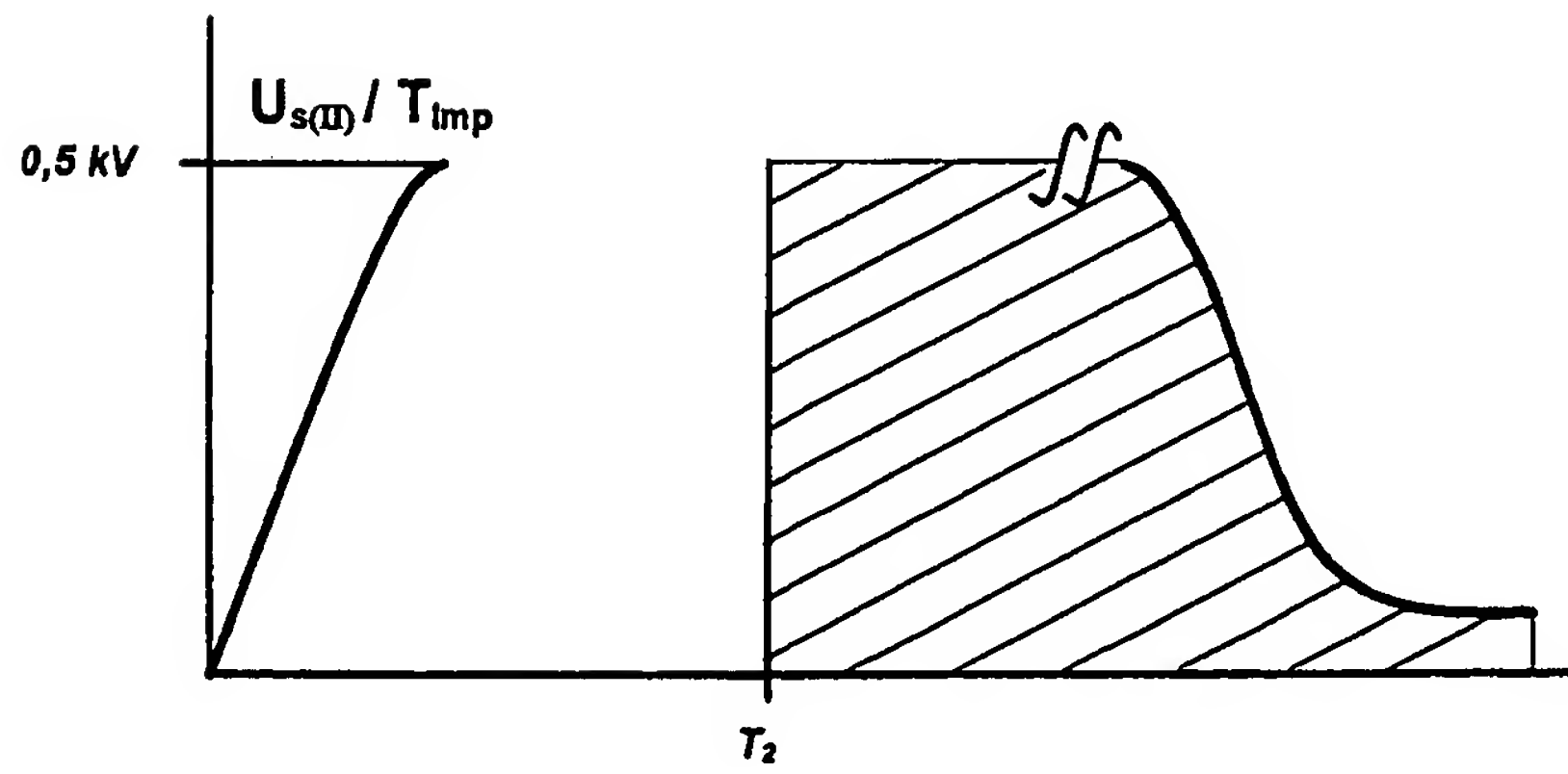


Fig. 3b

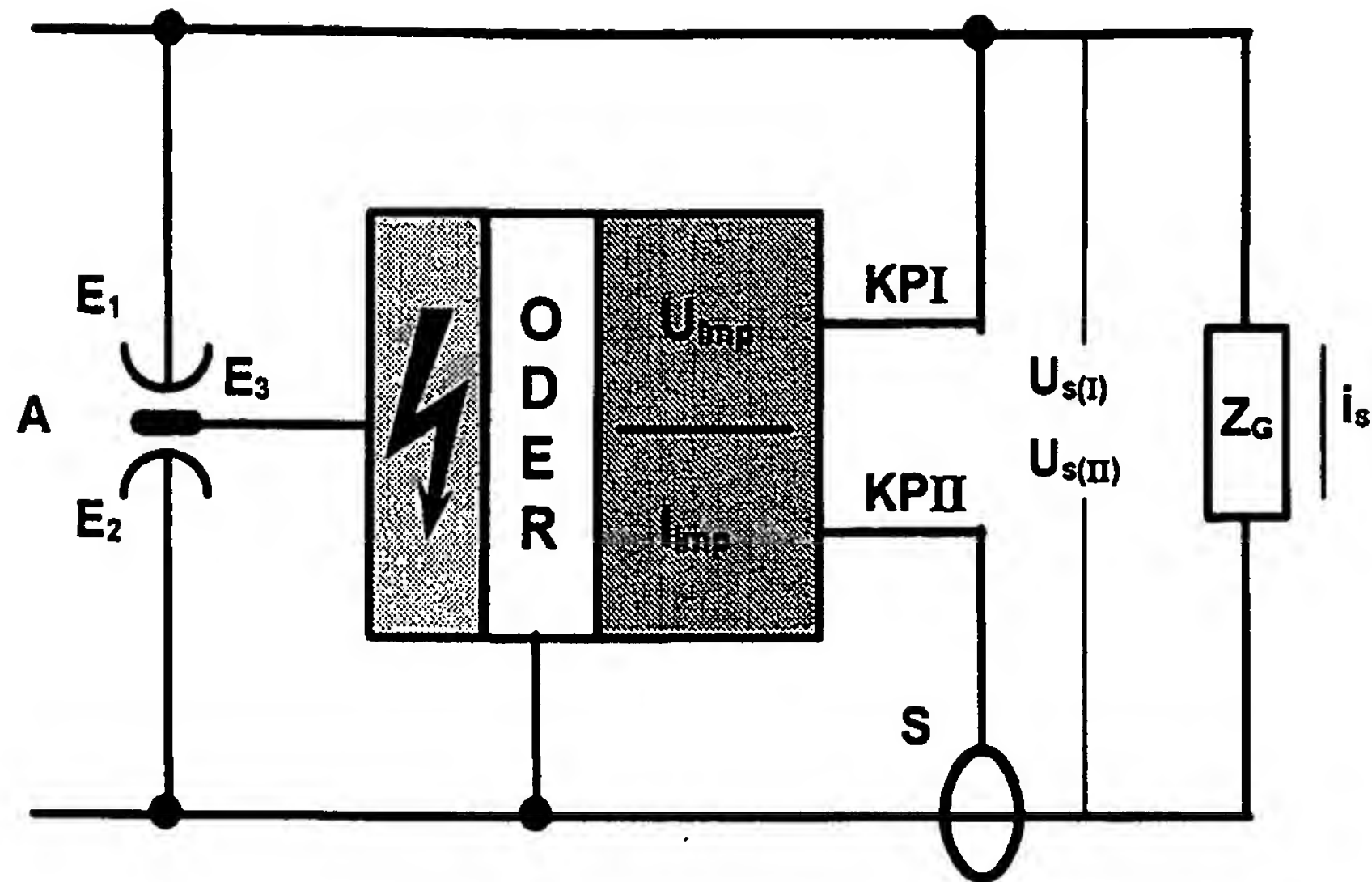


Fig. 4

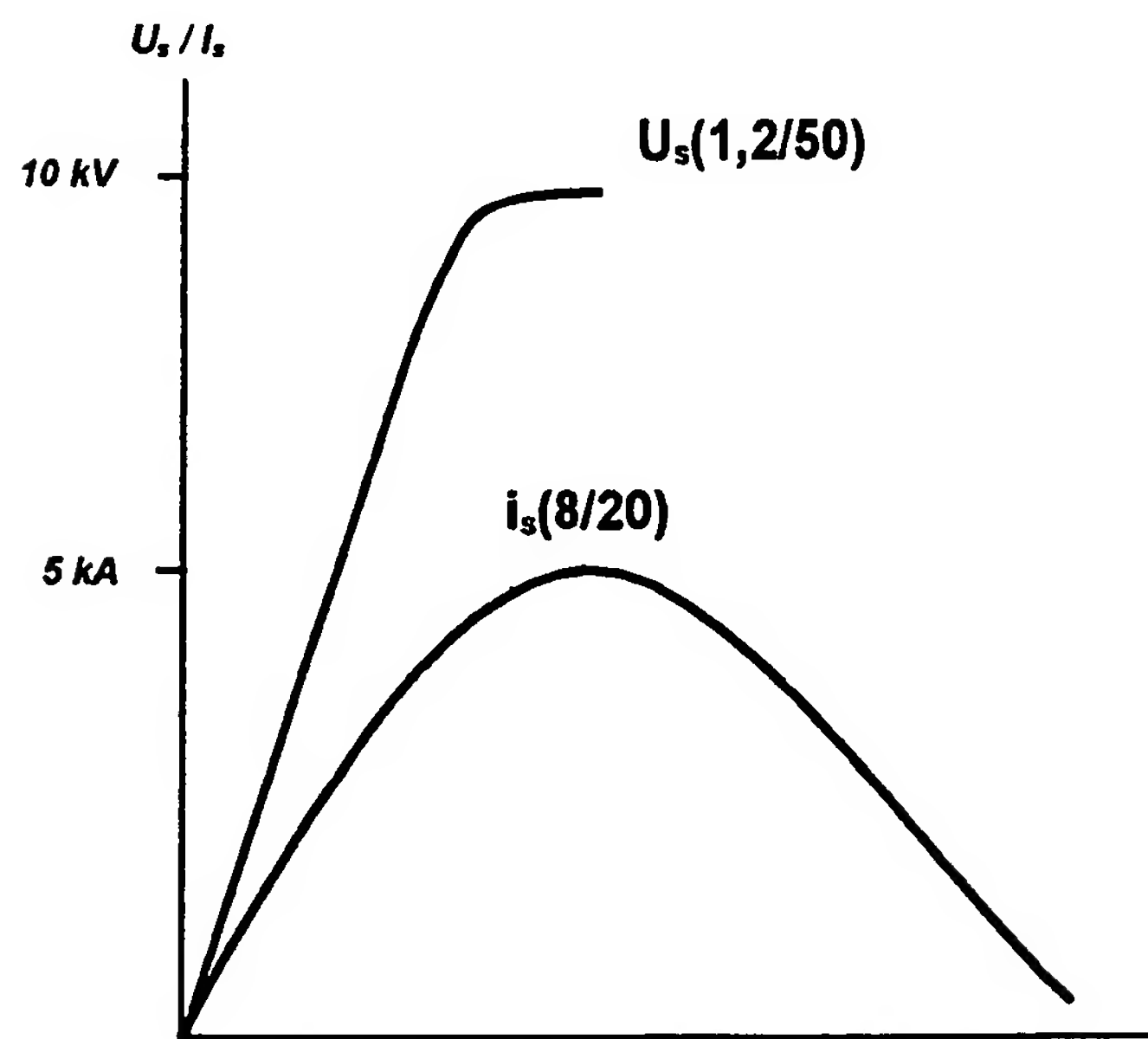


Fig. 4a

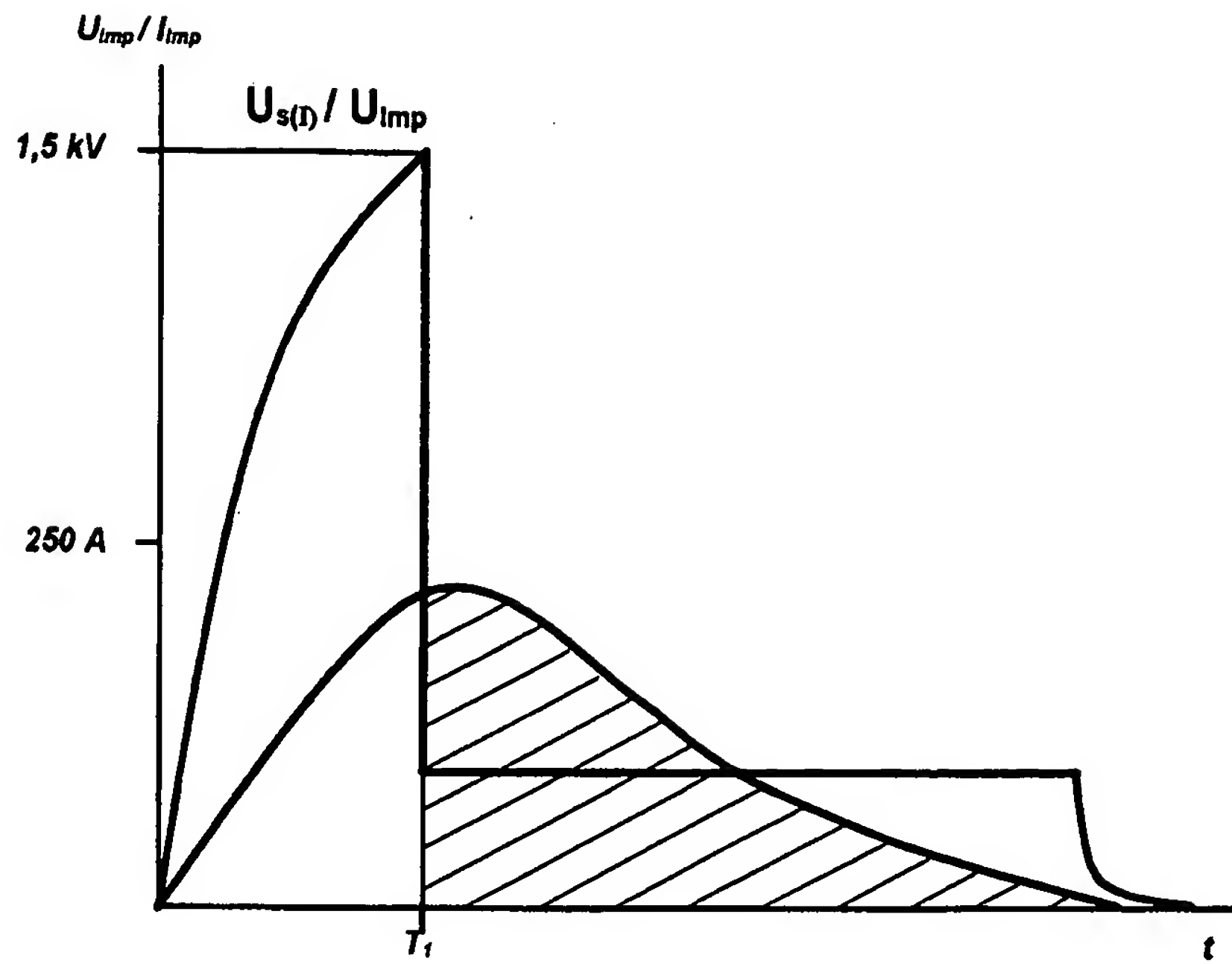


Fig. 4b

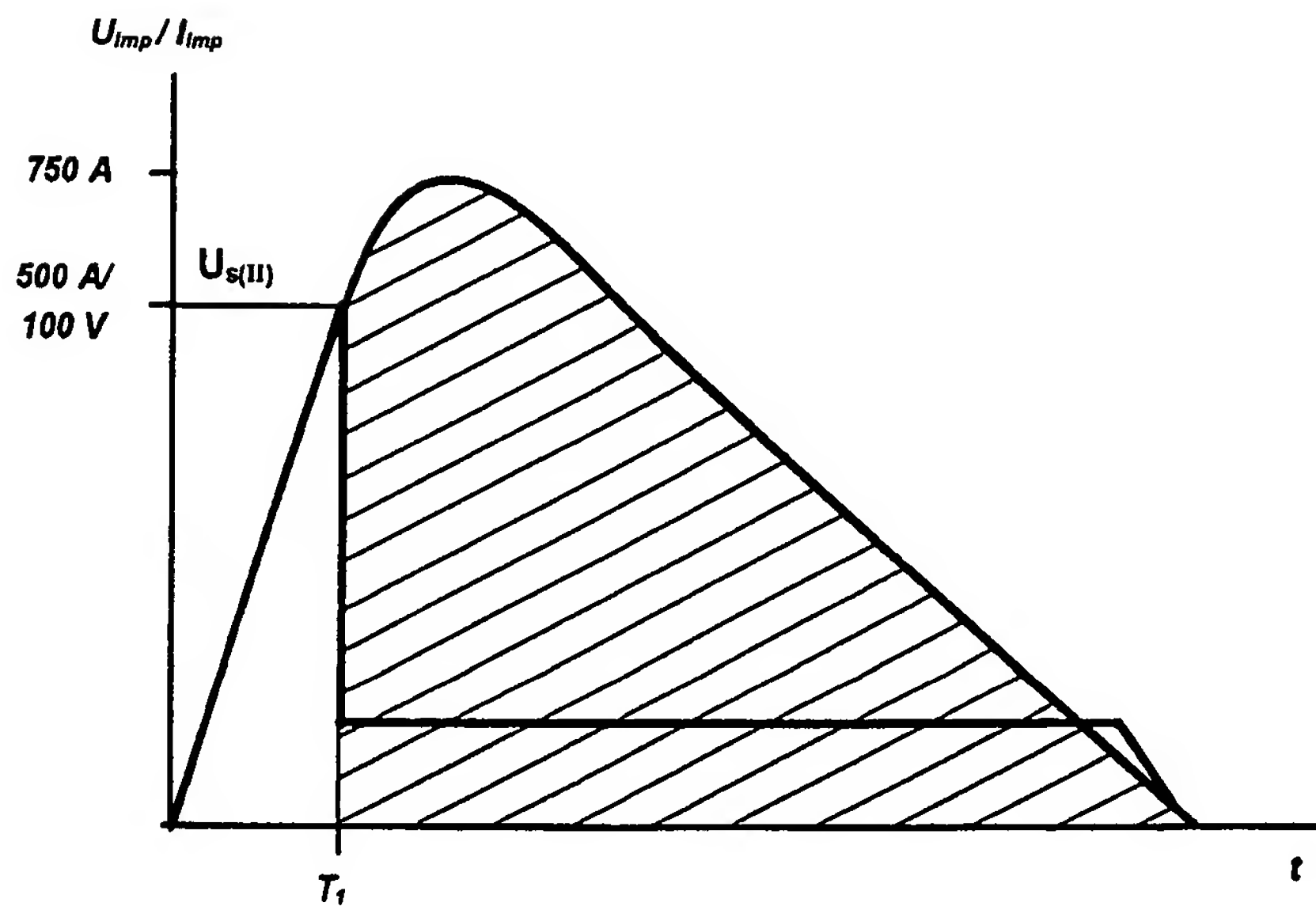


Fig. 4c

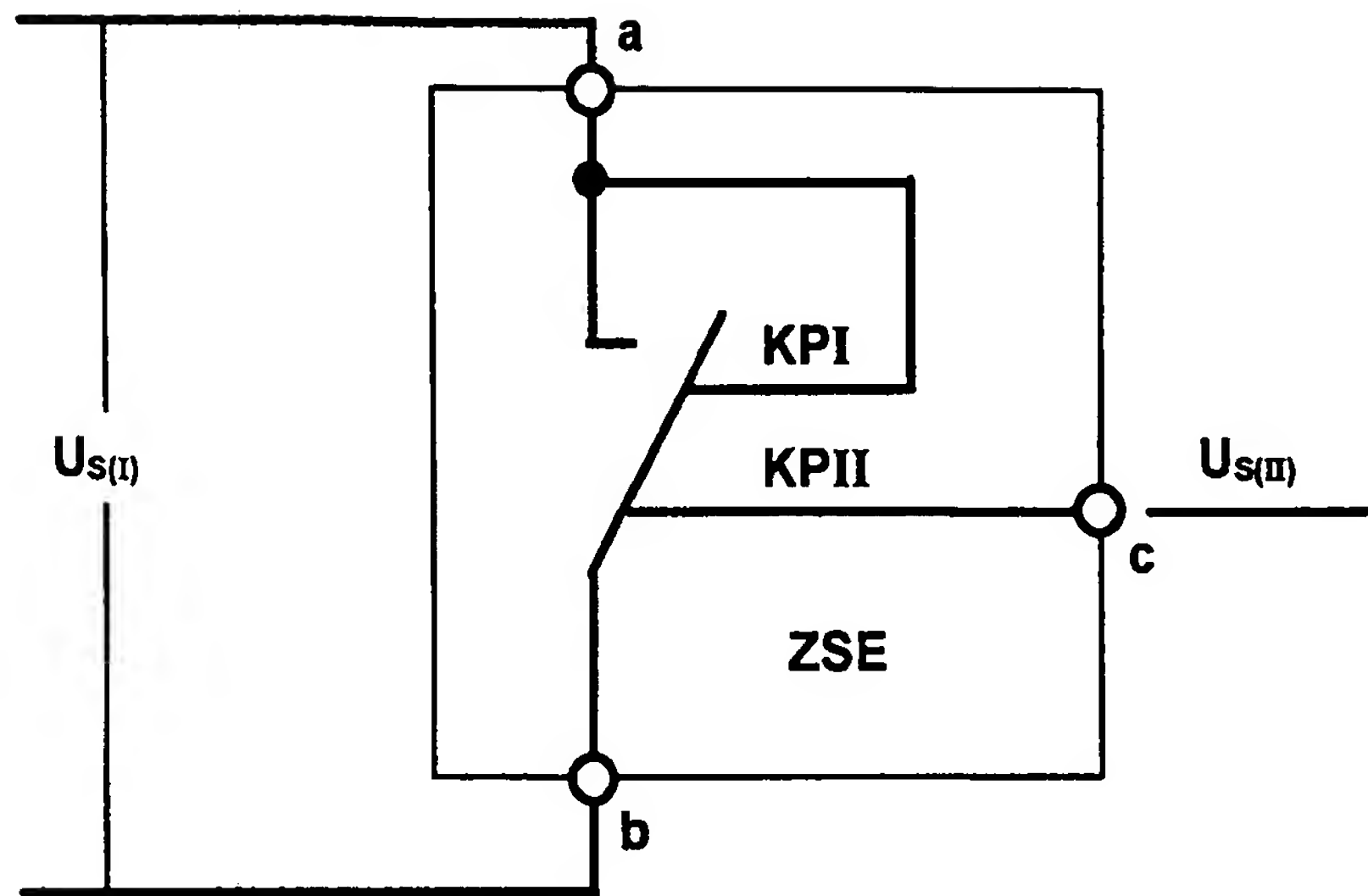


Fig. 5

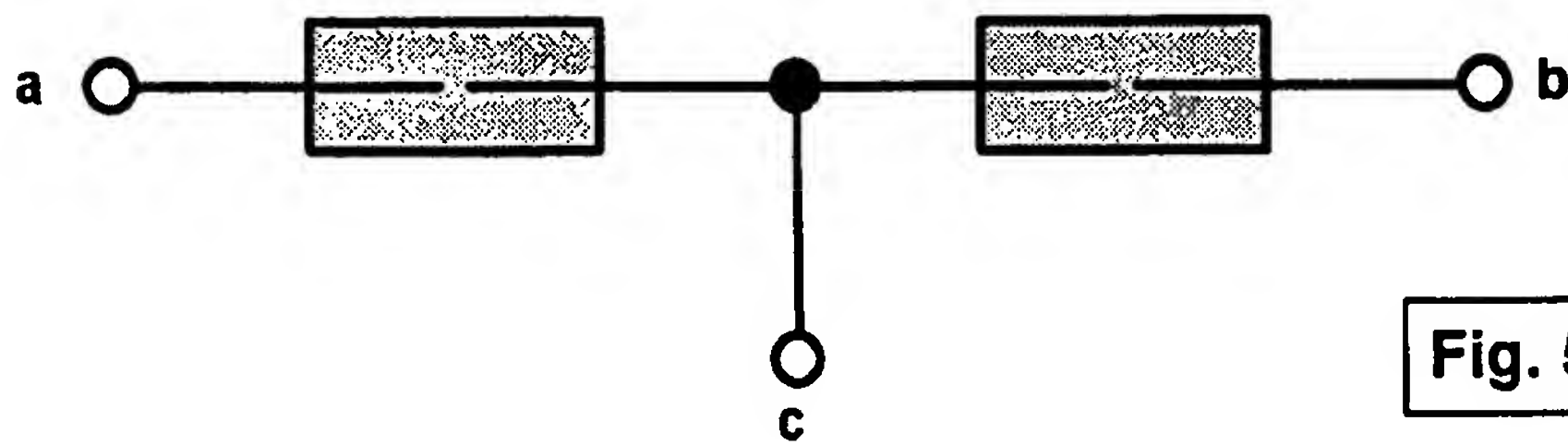


Fig. 5a

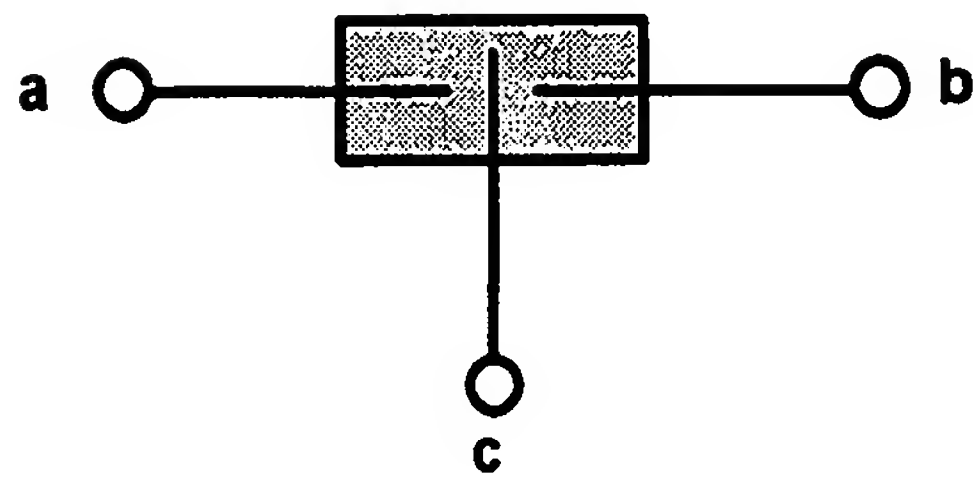


Fig. 5b

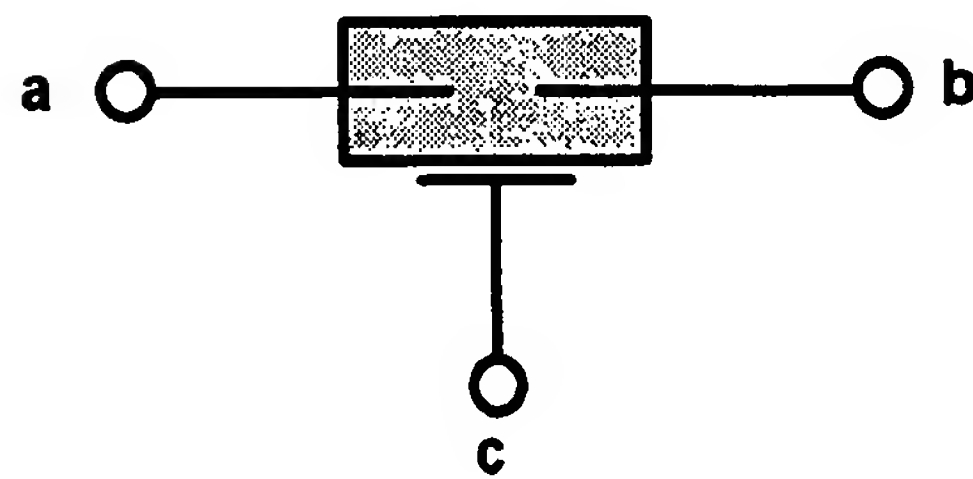


Fig. 5c

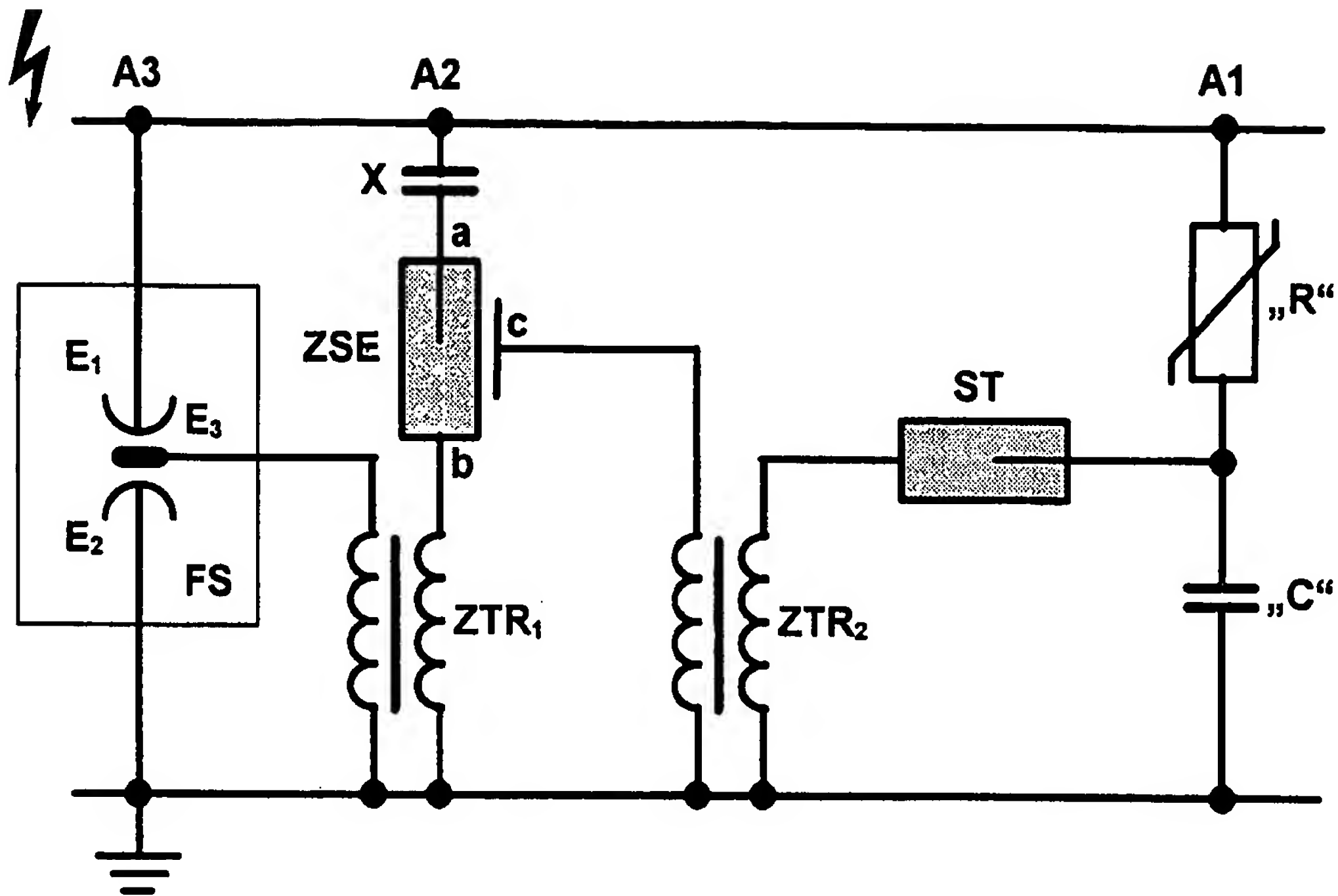


Fig. 6

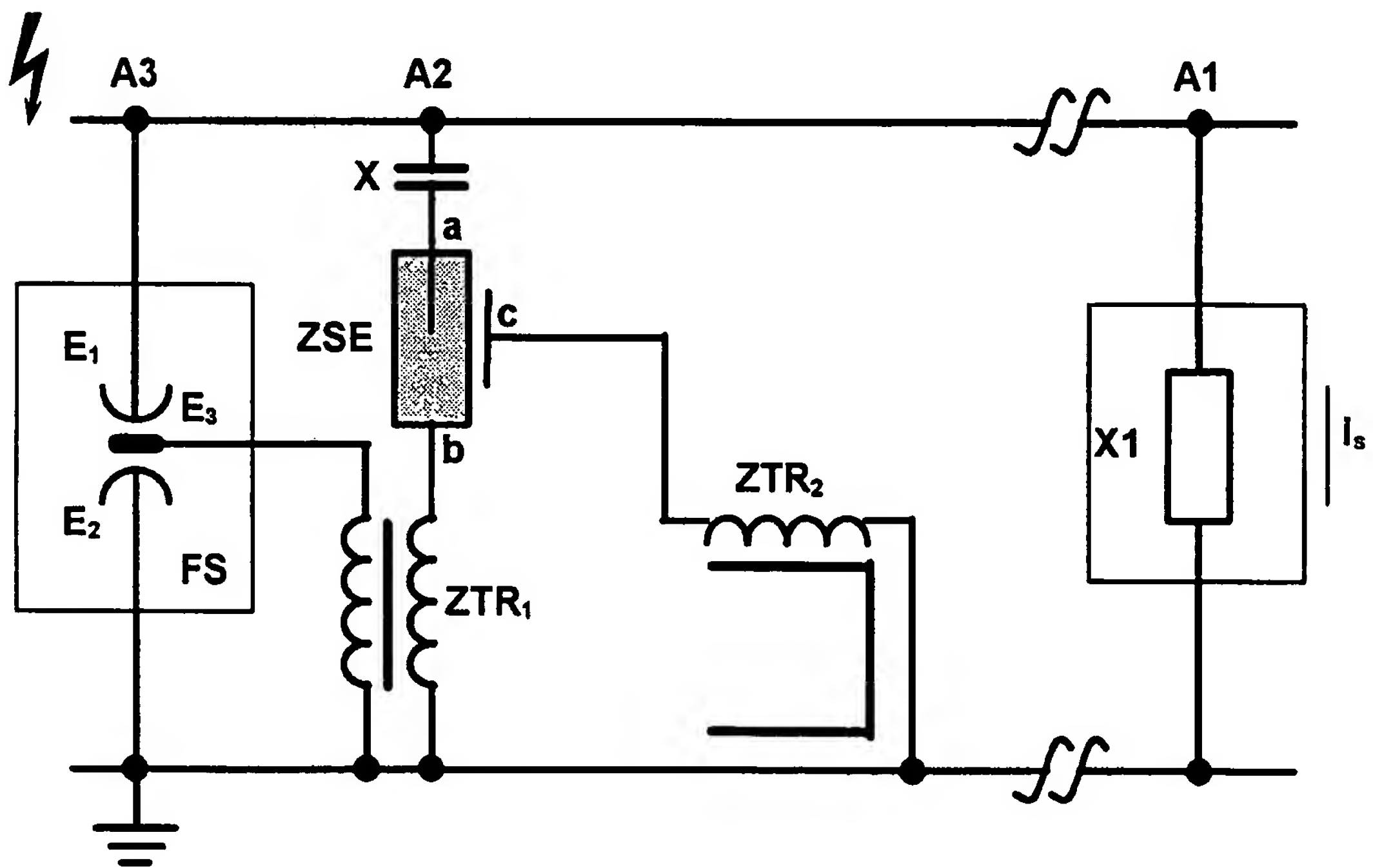


Fig. 7

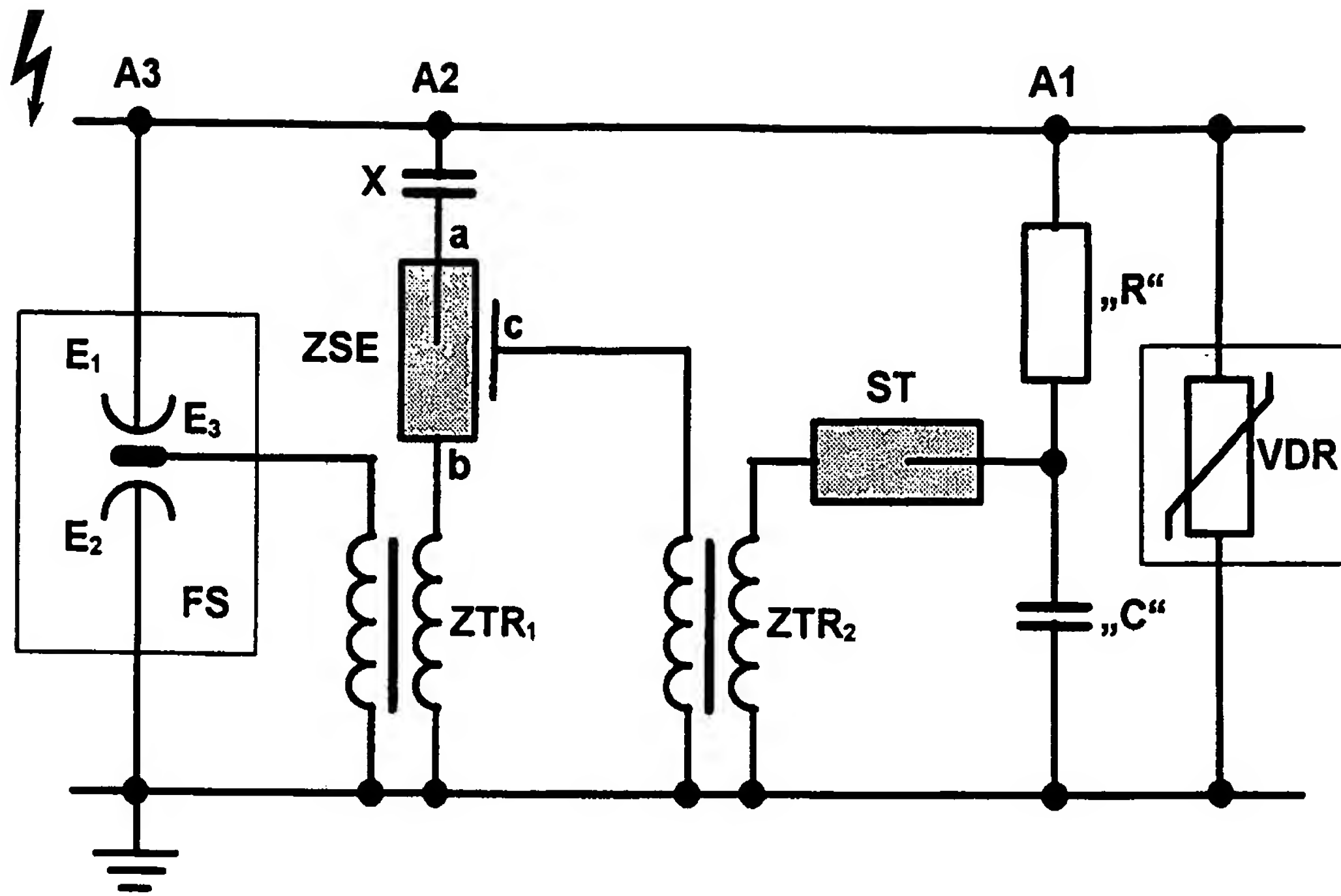


Fig. 8

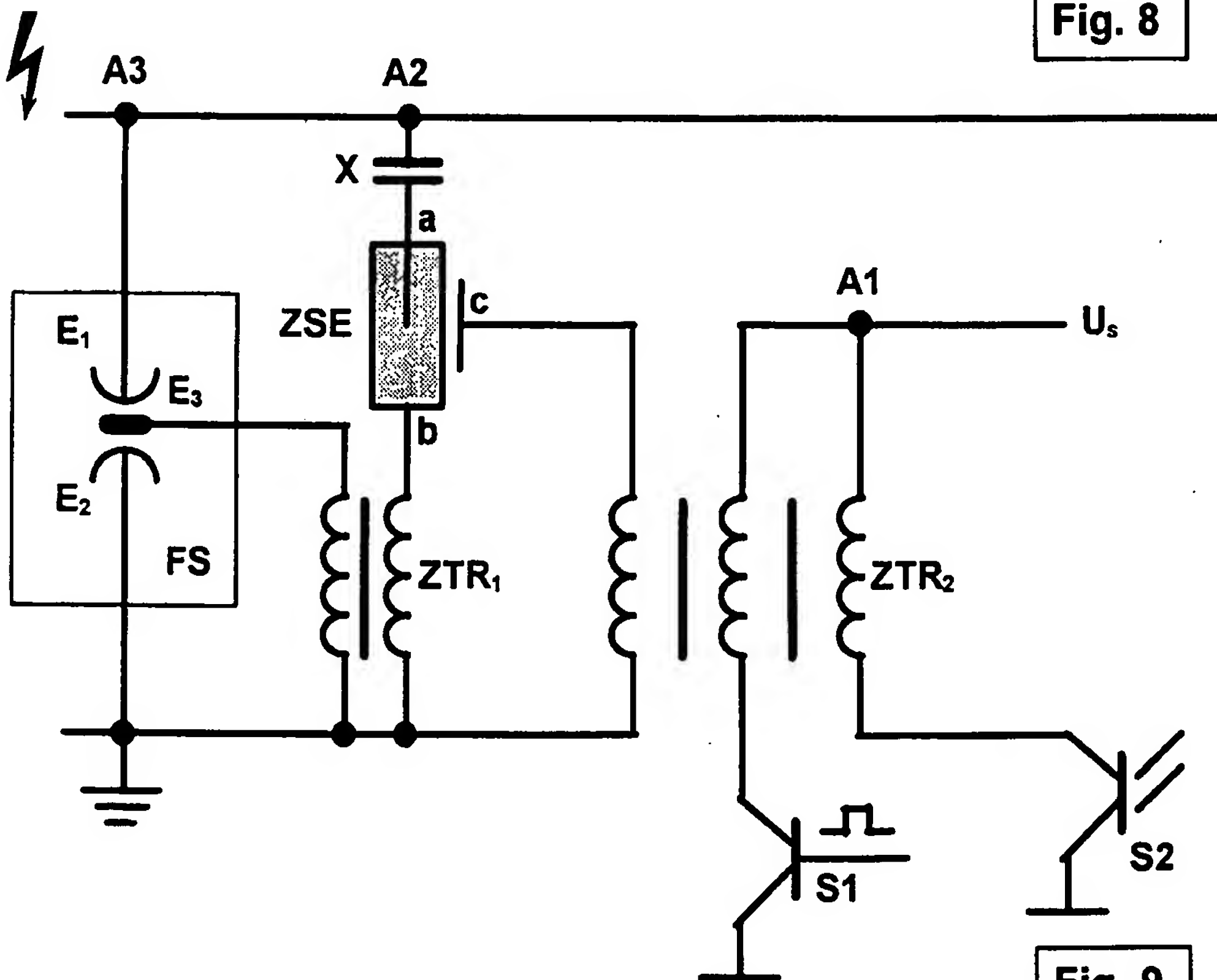


Fig. 9

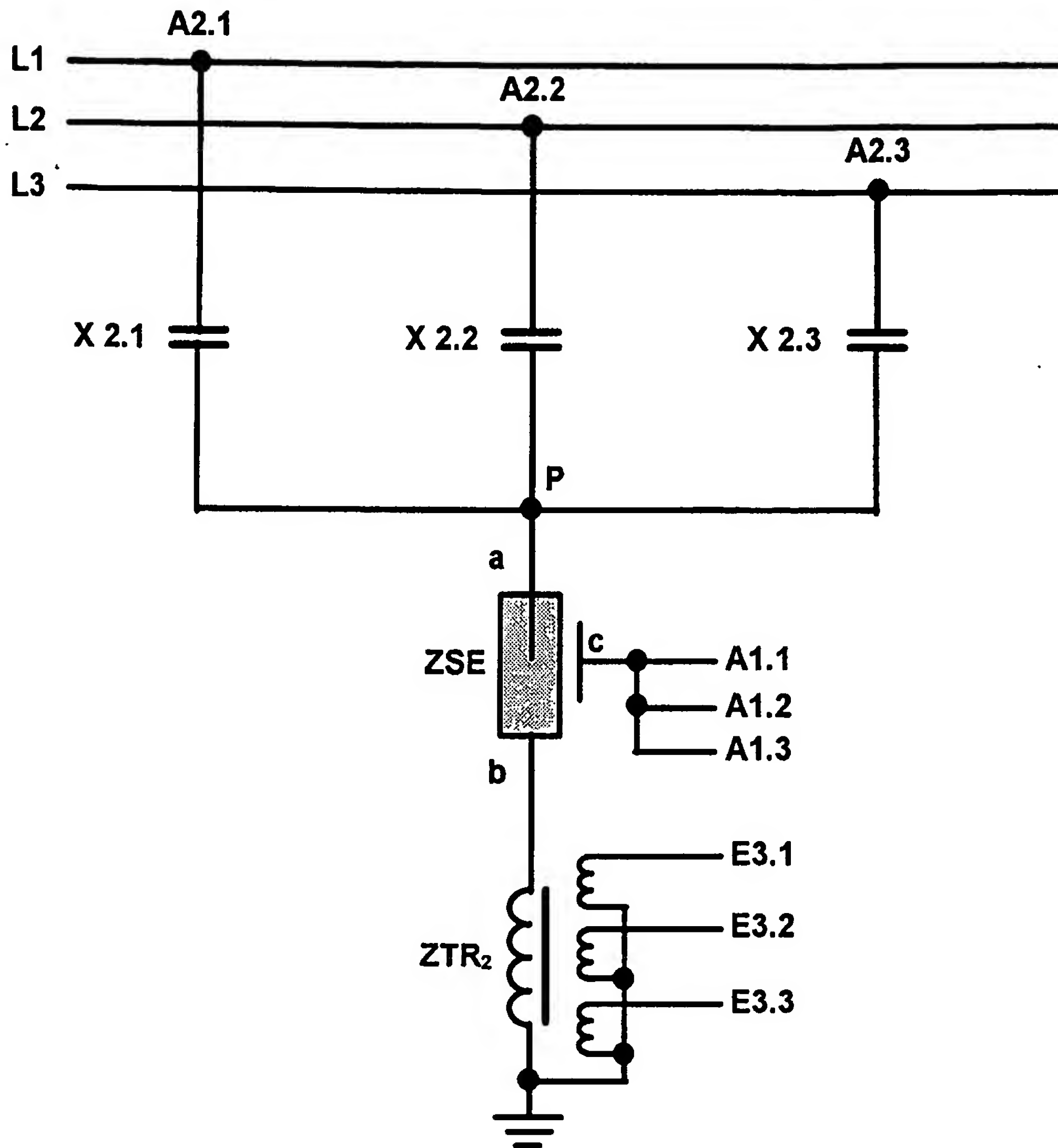


Fig. 10

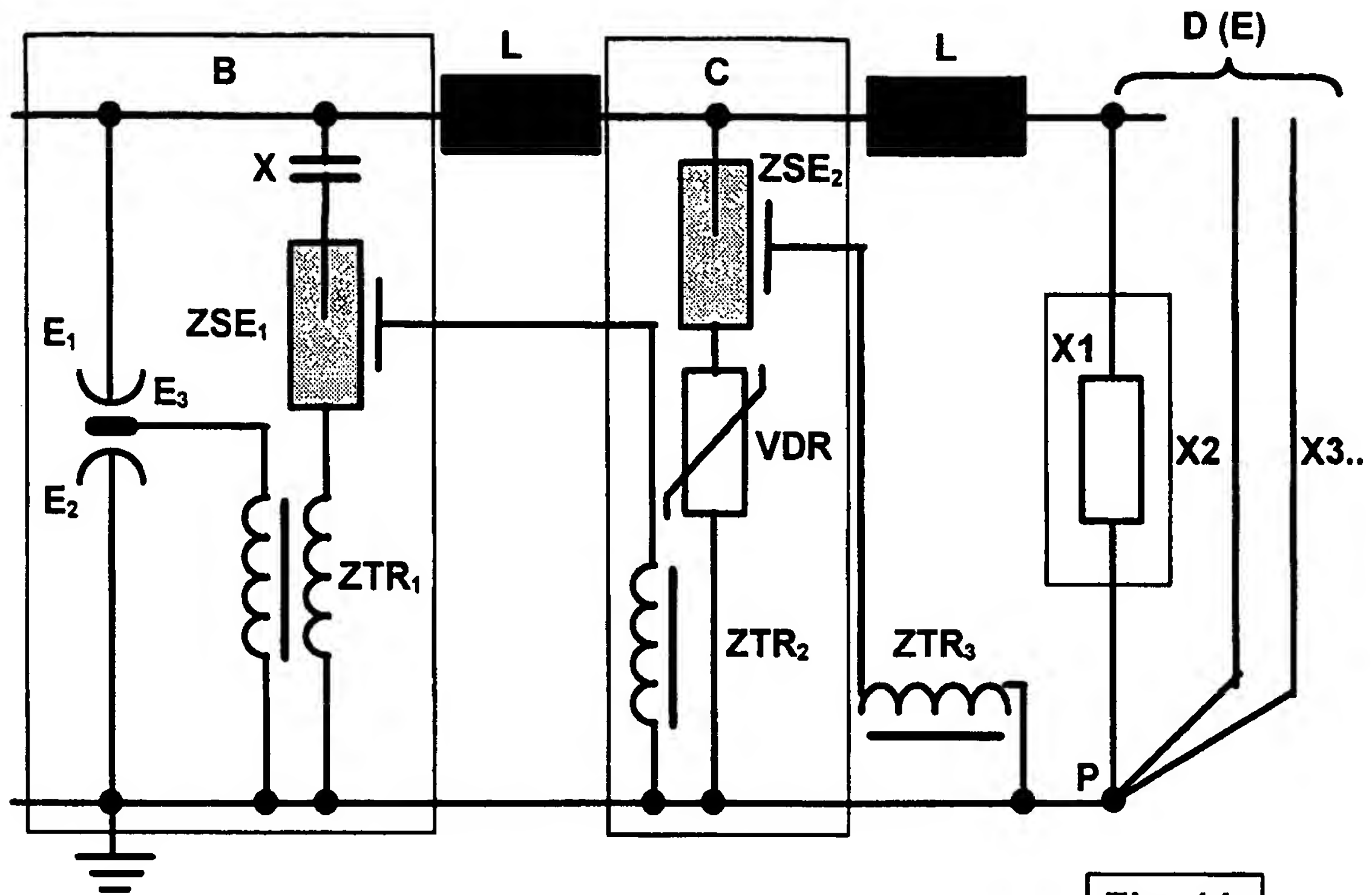


Fig. 11

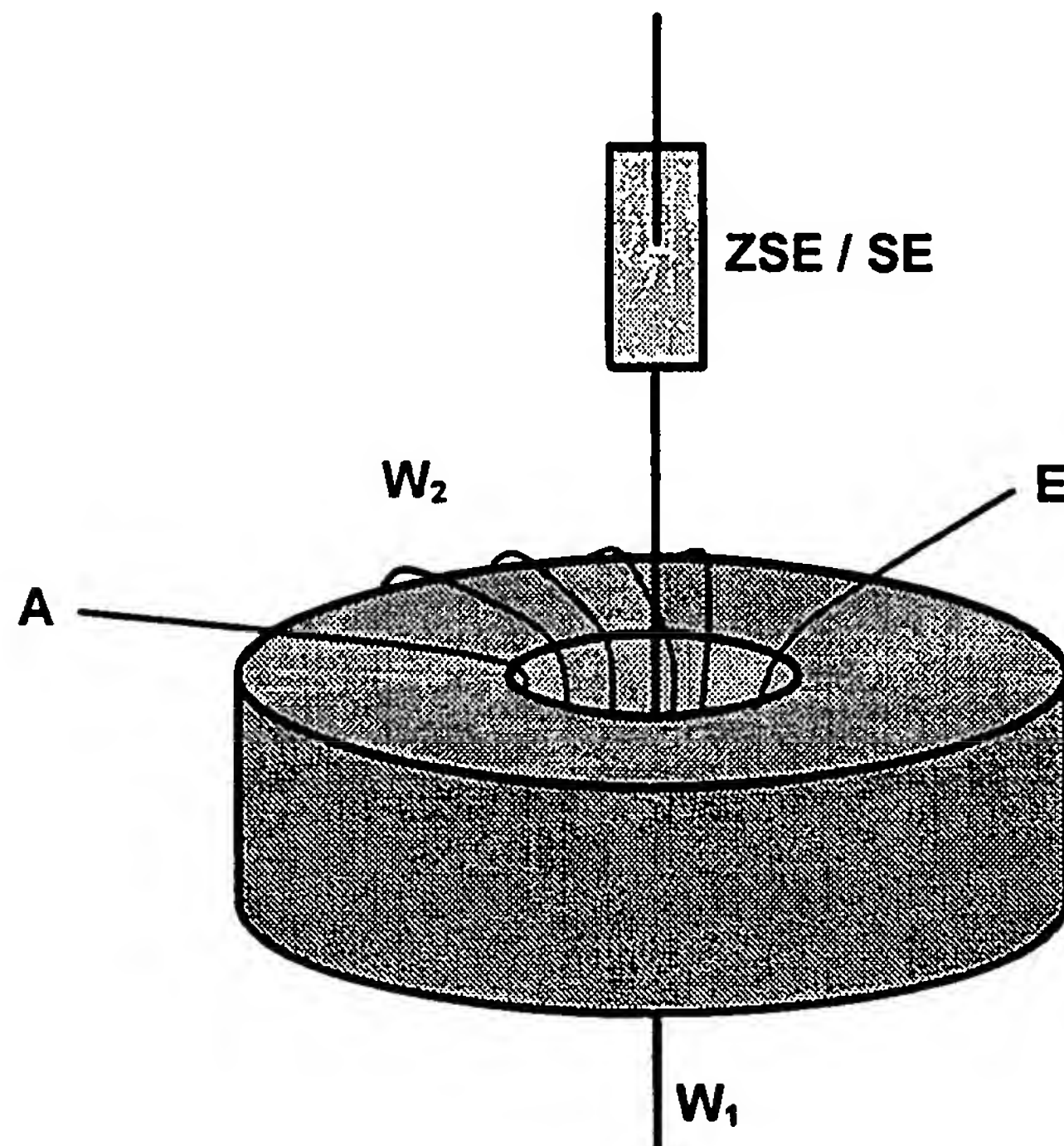


Fig. 12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.